VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Kari Virnala

SÄHKÖJÄRJESTELMIEN DOKUMENTOINTI

Tekniikka ja liikenne
2016

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Kari Virnala
Opinnäytetyön nimi	Sähköjärjestelmien dokumentointi
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	35 + 16 liitettä
Ohjaaja	Timo Männistö

Nykyaikana sähköasennukset pyritään dokumentoimaan mahdollisimman tarkasti, jotta olemassa olevien sähköasennusten muuttaminen ja purkaminen tulisi mahdollisimman helpoksi.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää Älvsbytalon Kauhajoen tehdashallin keskuskaaviot PK5 ja 1RK24, nousujohtokaaviot sekä, dokumentointi ja keskusten merkinnät vastaamaan nykypäivän vaatimuksia.

Työ alkoi sähköasennusten silmämääräisellä tarkistamisella. Työhön kuului sähköasennusten dokumentoinnin lisäksi niiden kunnon tarkistaminen. Olemassa olevista sähköasennuksista tarkistettiin niiden standardinmukaisuutta SFS 600-1 -käsikirjaa hyväksikäyttäen. Myös D1-2012 -käsikirjasta rakennusten sähköasennuksista oli suurta hyötyä, asennuksia tutkittaessa. Sähköpiirustuksia piirrettiin AutoCad 13 -ohjelmaa käyttäen. Vanhaa dokumentaatiota oli hyvin harvasti saatavilla ja vanhan dokumentaation päivittäminen tarkoitti yleensä paperikopion muuttamista digitaaliseen muotoon. Useimmiten sähköpiirustuksia jouduttiin piirtämään tehtaalla tehtyjen näköhavaintojen mukaan.

Työstä tulee luultavasti olemaan hyötyä tulevaisuudessa Älvsbytalolle, sikäli että tehdashallia tullaan käyttämään jatkossakin yrityksen päätuotantopisteenä. Tekniikan kehittyessä uusille tuotantoa helpottaville sähkölaitteille on aina kysyntää ja sitä mukaan myös sähköasennuksia on päivitettävä.

Avainsanat sähköpiirustukset, dokumentointi, Autocad

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Sähkötekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Kari Virnala
Title	Documentation of Electrical System
Year	2016
Language	Finnish
Pages	35 + 16 Appendices
Name of Supervisor	Timo Männistö

In the modern times electrical installations are aimed to be documented as clearly as possible, to make updating and disassembly of the existing installations as easy as possible.

The purpose of this thesis was to update the documentation and cable entries of the Älvsbytalo factory hall center diagrams PK5 and 1RK24, main line diagrams and, documentation labeling to meet the requirements of today.

The task began with the visual check of the installations. The study included the inspected to see if they meet the standard, using SFS 600-1 -handbook. The D1-2012 -handbook about the electrical installations of the building was also of great help when the installations were under inspection. Electrical pictures were drawn using the AutoCAD 13 program. The old documentation was poorly available and the updating of the old documentation usually meant digitizing the paper copies of the old pictures. Most of the time all was about drawing upon visual perceptions gained in the factory.

The documentation will most likely be beneficial to the Älvsbytalo, because the documented factory hall will remain as their main production plant. As development proceeds, there will be always need for new electrical apparatuses and new electrical installations to feed them.

Keywords Electrical drawings, documentation, Autocad

SISÄLLYS

KUVALUETTELO

LIITELUETTELO

1 JOHDANTO

Teknisen dokumentaation tarkkuus on tärkeää nykyaikaisessa sähköurakoinnissa. Vanhan sähköasennuksen korjaaminen, tai uusiminen nykyajan tarpeisiin on usein hidasta ja kallista, mikäli asennusta ei ole dokumentoitu kunnolla. Joissain tapauksissa huonosti dokumentoitu sähköasennus voi aiheuttaa jopa suoranaisen turvallisuusriskin. Näin ollen, kaikkeen nykyaikaiseen sähkösuunnitteluun liittyy oleellisena osana mahdollisimman tarkka dokumentointi. Nykyaikana on usein myös tarvetta dokumentoida sähköjärjestelmiä, joista ei ole aiempia dokumentteja. Tällä luodaan hyvät edellytykset sille, että sähköasennuksia pystytään muokkaamaan tulevaisuudessa tulevaisuuden tarpeita vastaaviksi.

Työ tehtiin Älvsbytalo Oy:n Kauhajoen tehtaalle, joka toimii vanhassa Strömbergin hallissa. Opinnäytetyön tavoitteena oli dokumentoida tarkoin kaksi opinnäytetyöaihetta varten valittua ryhmäkeskusta ja piirtää sähkökeskusten nousukaaviot. Työn teettäjällä oli toiveena, että sähköpiirustuksista tulisi mahdollisimman helppolukuisia, ja mahdolliset viat olisi näin ollen helpompi löytää.

Työhön ja sen toteutukseen oli saatavilla vanhoista piirustuksista alustavaa tietoutta. Työhön kuului myös keskusmerkintöjen päivittäminen todellisuutta vastaavaksi, sekä sähköturvallisuutta koskevien seikkojen tarkastaminen.

Tarkoituksena oli selvittää ja saada ryhmäkeskusten sulakkeille todellisuutta vastaavat merkinnät. Lisähaastetta työhön toi se, ettei kyseisistä asioista ollut aiempia paikkansapitäviä sähköpiirustuksia. Yksittäisten kaapeleiden seuranta oli vaikeaa, koska keskukselta lähti kymmeniä johtonippuja kohti kattoa. Oli mahdotonta selvittää, mihin jonkin ryhmän johdotus tosiasiassa meni, vaikka sulake olikin tiedossa.

Keskusten kuntoa tutkittaessa tuli huomioida varokekansien, varokkeiden ja keskusten yleiskunto, ja puutteita löydettäessä oli ne korjattava. Tarkistukset ja niistä seuraavat mahdollisten korjaukset suoritettiin sähköturvallisuuden lisäämiseksi.

Työn teettäjän kanssa sovittiin, että opinnäytetyö tehdään PK5- ja 1RK24-keskuksista, vaikka keskuksia oli huomattavasti enemmän. Näin saatiin rajoitettua työ opinnäytetyön mittoihin. Kuvien piirtämisen päivitys tapahtui AUTOCAD-ohjelmalla.

2 YRITYS

Älvsbytalo on Pohjoismaiden johtava talovalmistaja. Perustajat, ruotsalaiset Göran ja Gunnar Johansson halusivat rakentaa valmistaloelementtejä sisätiloissa edullisesti ja laadukkaasti. Yritystä johtaa nyt perustajasuvun kolmas sukupolvi, veljekset Kent ja Stefan Johansson. Ensimmäiset Älvsbytalot Suomessa myytiin 1980-luvulla. Kuvassa 1 on Kauhajoen tehdas, joka perustettiin 2005. Nykyisin Älvsbytalolla on tuotantoa 4 paikkakunnalla, 2 maassa. Koko konsernin liikevaihto oli v. 2014, 111 miljoonaa EUR. Vuonna 2013 oli Suomessa myyty jo lähes 8000 taloa. Yritys on tuttu myös esimerkiksi asuntomessuilta jo vuosien takaa. Rakentajien keskuudessa Älvsbytalo on tunnettu erityisesti edullisesta hinnastaan.

Kuva 1. Älvsby-talotehdas

3 KESKUKSET

Sähköasennuksille annetut standardit määrittävät kohtuullisen tarkasti miten kaapelit, johtimet, keskukset ja sulakkeet tulee valita. Asennuksista ja dokumentoinnista on löydettävissä omia ohjeistuksiaan. Niiltä osin, mitä standardeissa ei määritetä, pyritään käyttämään hyväksi koettuja tapoja ja esimerkiksi D1-2012 Käsikirjan rakennusten sähköasennuksista antamaa opastusta.

3.1 Jakokeskukset

Jakokeskukset ovat yleensä tehdasvalmisteisia ja sertifioituja SFS 6000-standardin liite kohdan 729X mukaan. Jakokeskuksia voidaan koota tiettyyn käyttöpaikkaan noudattaen keskuksen alkuperäisen valmistajan antamaa kokoonpanoohjetta ja ottaen huomioon, että kokoonpanossa käytetään ohjeessa yksilöityjä komponentteja.

- jokaiselle valmiille jakokeskukselle tehdään SFS-EN 61439 mukaiset kappaletarkistukset ja testaukset, kuten jännitekoe tai enintään 250A syötön suojalaitteilla varustetuissa keskuksissa eritysresistanssimittaus ja niistä laaditaan pöytäkirja
- keskukseen kiinnitetään arvokilpi, josta ilmenevät standardin edellyttämät tiedot, kuten jakokeskuksen valmistajan nimi, keskuksen mallimerkintä ja mitoitusarvot
- keskuksesta laaditaan tarvittavat piirustukset ja käyttöohjeet keskuksen haltijan käyttöön.

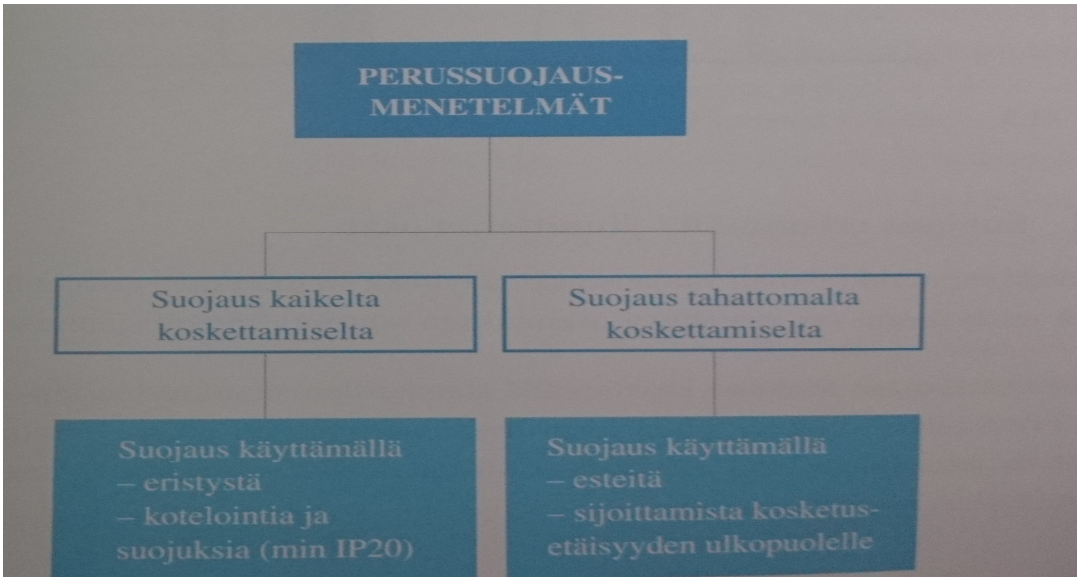
Jos olemassa olevaan keskukseen tehdään muutoksia, esim. lisätään lähtöjä tai vaihdetaan suojalaitteita toisen tyyppisiksi (enemmän häviölämpöä tuottaviksi), on noudatettava vastaavia vaatimuksia. Keskuksen merkinnät ja piirustukset on muutettava muuttunutta rakennetta vastaaviksi ja keskusmuutoksen tekijä pitää kiinnittää keskukseen tai keskuksen muutettuun osaan kilpi, jossa on ilmoitettu keskusmuutoksen tekijä ja muutospäivämäärä. Tarvittaessa korjataan myös arvokilven tiedot. /1/

3.2 Ryhmäkeskukset

Ryhmäkeskuksien sijoitus tulisi olla sellaisessa paikassa, että niiden käyttäminen, siivoaminen ja huoltaminen tulisi olla helppoa. Ryhmäkeskuksen on oltava kestävä huomioiden käyttöolosuhteet. Johtojen liitäntäpaikat oltava niin, että johdot on helppo liittää ja liittimiä tulee olla tarpeeksi sekä useammalle johdolle oltava tarkoitukseen sopivat liittimet. /2/

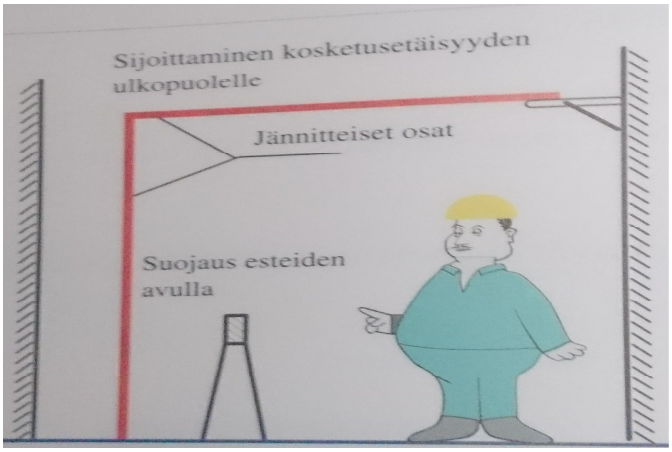
3.3 Kosketussuojaus

Kosketussuojauksella tarkoitetaan suojausta, jonka avulla estetään ihmisiä joutumasta kosketuksiin jännitteisten osien kanssa sähkölaitteiden ollessa normaalissa tilassa (ei viallisia).



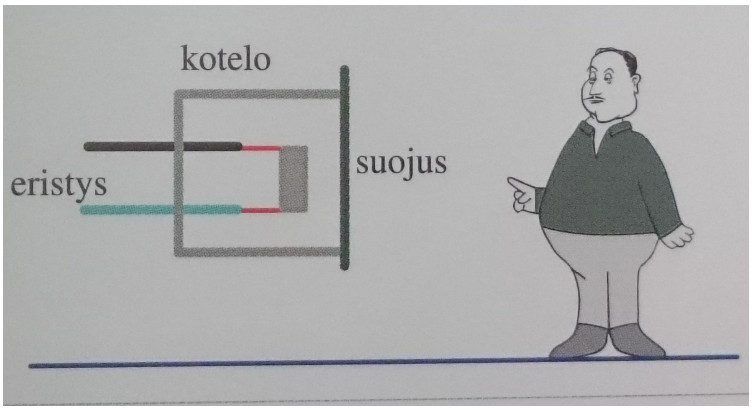
Kuva 2. Perussuojauksen jaottelu

Kosketussuojaukseen käytettävät menetelmät voidaan jakaa seuraavasti: Suoja eristämällä jännitteiset osat ja suojaus koteloinnin tai suojausten avulla muodostavat täydellisimmän suojan. Siksi näitä menetelmiä voidaan käyttää kaikissa olosuhteissa /3/



Kuva 3. Suojaus käyttämällä esteitä tai kosketusetäisyyttä.

Suojaus käyttämällä esteitä tai sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle antaa ainoastaan osittaisen suojan koskettamiselta ja sen takia menetelmät tulevat kysymykseen vain erityistapauksissa, yleensä ainoastaan tiloissa, joihin on pääsy sähköalan ammattihenkilöillä, /3/



Kuva 4. Suojaus eristämällä, tai koteloimalla jännitteiset osat.

Tyypillisin esimerkki jännitteisen osan eristämisestä on johtimien eristäminen. Sähkölaitteen eristystason on vastattava asennuksen suurinta nimellisjännitettä. Useimmiten suojaus toteutuu käyttämällä standardien vaatimusten mukaisia tarvikkeita /3/

Käytettäessä kotelointia jännitteisten osien suojaukseen, tulee koteloinnin olla vähintään luokkaa IP2X, mikä tarkoittaa, että kojeeseen ei voi työntää sormea sisään. Usein käyttöolosuhteet asettavat suurempia vaatimuksia.

Käyttötoimenpiteiden takia eräissä laitteissa ei voi olla täydellistä kosketussuojaa. Esimerkiksi varokkeessa kaikki jännitteiset osat eivät voi olla kosketussuojaisia. Tällaisissa tapauksissa jännitteisen osan tahattoman kosketuksen mahdollisuuden on oltava pieni.

4 KAAPELIT JA JOHTIMET

Kaapelointia ei uusittu, vain tarkastettiin. Rakenne on kaapeleissa oltava standardien mukainen turvallisuustasoltaan ja kestävyydeltään asennuspaikan olosuhteisiin nähden. Kaapelin johtimien tulee olla värien osalta SFS6000-5-514.3-standardin määräysten mukaisia ja poikkipintojen mitoituksen oltava riittävä. Poikkipintaan vaikuttavat kuormitettavuus, jännitteen alenemat, oikosulku- ja ylikuormitussuojaus. /4/

4.1 Johdon kuormitettavuus

Johdon kuormitettavuus määräytyy johdon suurimman sallitun lämpötilan mukaan. Näistä on tehty kuormitettavuustaulukot IEC 60364-5-52:2009-standardin pohjalta. Taulukoita on tehty yksivaihe- ja kolmivaihepiireille sekä PVC- ja PEX-eristeisille johtimille. Taulukoita on paljon ja niitä löytyy esimerkiksi SFS 6000-Liite 52C-standardikirjasta./5/

Johdon kuormitettavuus lasketaan

$$I_z = \mathrm{It} \times \mathrm{C1} \times \mathrm{C2} \times \mathrm{C3} \ldots\ldots \qquad (1)$$

missä:

It = taulukossa on annettu kaapelin suurin sallittu kuormitettavuus. C1, C2, C3 jne. ovat korjauskertoimia, joilla otetaan huomioon asennusolosuhteet joita ovat ympäristön lämpötila, asennustapa, eristemateriaali ja muiden johtojen läheisyys./6/

4.2 Jännitteen alenema

SFS 6000 – standardi suosittelee, ettei jännitteen alenema saisi olla sähkölaitteen ja sähkölaitteiston liittymiskohdan välillä yli 5 % nimellisjännitteestä. Valaistukuormalla vastaava suositus on 3 %.

Jännitteen alenema kolmivaiheisella vaihtojännitteellä saadaan

$$\Delta U = I \times l \times \sqrt{3} \times (r\cos\varphi \pm x\sin\varphi) \quad (2)$$

missä:

I kuormitusvirta (A)

1 johdon pituus (m)

r ominaisresistanssi (Ω/m)

x ominaisreaktanssi (Ω/m)

φ jännitteen ja virran välinen vaihekulma

Suhteellinen jännitteen alenema saadaan

$$\Delta u = \Delta U/Un \times 100\ \% \quad (3)$$

missä:

Un nimellisjännite

ΔU jännitteen alenema

Kaavassa plusmerkkiä käytetään induktiivisella kuormalla ja miinusmerkkiä kapasitiivisella kuormalla. /7/

4.3 Ylivirtaussuojaus

Kaikki vaihejohtimet on varustettava ylivirtasuojalla ja sen on pystyttävä katkaisemaan ylivirta joka niissä esiintyy, mutta ei tarvitse katkaista virtaa muista jännitteisistä johtimista. Sama suojalaite toimii yleensä sekä ylikuormitus- että oikosulkusuojana. Varokkeen rakenteen ja sijainnin on oltava sellainen, että sulakkeen voi vaihtaa ilman vaaraa./8/

4.4 Ylikuormitussuojaus

Suojalaitteen, joka suojaa kaapelia ylikuormitukselta on täytettävänä kaksi ehtoa:

SFS 6000-4-433.1

$I_B < I_n < I_z$

$I_2 < 1{,}45 \times I_z$ (4)

missä:

I_b virta jolle piiri on suunniteltu

I_z johtimen kuormitettavuus

I_n suojalaitteen mitoitus virta

I_2 on virta, joka varmistaa suojalaitteen toimimisen suojalaitteella määrätyssä tavanomaisen toiminta ajassa. /9/

4.5 Oikosulkusuojaus

Suojalaitteen mitoituskatkaisukyky ei saa olla pienempi kuin suojalaitteen asennuspaikalla esiintyvä prospektiivinen oikosulkuvirta.

Pienempi katkaisukyky sallitaan, jos suojalaitteen syöttöpuolella on riittävän katkaisukyvyn omaava toinen suojalaite. Tällaisessa tapauksessa molempien suojalaitteiden ominaisuudet on sovittava yhteen siten, ettei suojalaitteiden läpi kulkeva energia ylitä arvoa, jonka kuormituspuolen suojalaite ja suojattavat johtimet vahingoittumatta kestävät. SFS 6000-4-434.5.1

Oikosulkusuojauksen vaatimuksina on pystyä katkaisemaan suurin piirissä esiintyvä oikosulkuvirta ennen kuin sen suojaamat piirit vahingoittuvat.

$t = (k \times S/I)^2$ (5)

missä:

t kesto (s)

S johtimen poikkipinta

I tehollinen oikosulkuvirta (A)

k kerroin, joka ottaa huomioon johdinmateriaalin resistiivisyyden, lämpötilakertoimen ja lämmönvarauskyvyn sekä sopivat alku- ja loppulämpötilat. k- arvo saadaan SFS 6000 – taulukosta 43.1 /10/

4.6 Sulake

Sulakkeen tarkoituksena on katkaista sähkön syöttö ja suojata käyttäjää sekä kaapeleita, virtapiikin tai ylikuormitustilanteessa. Virtapiikin voi aiheuttaa esimerkiksi rikkinäisen laitteen kytkeminen sähköverkkoon tai sen hajoaminen käytössä. Ylikuormitustilanteessa sähköjohdot voivat ylikuumentua ja siitä aiheutua tulipalo. Sulake vaihdetaan yleensä virrattomana. Kahvasulakkeiden vaihtamiseen suositellaan käytettävän aina suojahihalla varustettua vaihtokahvaa.

4.7 Vikavirtasuojakytkin

Vaihtosähköjärjestelmissä pitää käyttää lisäsuojana mitoitusvirraltaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojaa:

- suojaamaan mitoitusvirroiltaan enintään 20 A tavanomaisia maallikoiden käyttämiä pistorasioita.
- suojaamaan ulkona käytettävää, mitoitusvirraltaan enintään 32 A pistorasiaa tai siirrettävää laitetta. /11/

Vaikka standardi nykyään edellyttääkin pistorasioille menevien lähtöjen suojaamista, työssä dokumentoitu asennus on tehty ennen vaatimusta vikavirtasuojauksista, joten siitä ei löydy standardin vaatimia vikavirtasuojakytkimiä. Vanhoja

asennuksia ei ole velvoitettu päivittämään nykystandardien mukaiseksi, joten vaatimus vikavirtasuojakytkimistä koskee vain uusia asennuksia.

Huomionarvoista on myös se, että vikavirtasuojakytkinten asentamisesta on säädetty helpotuksia asennuksiin, jotka tulevat teollisiin ja kaupallisiin rakennuksiin. Luultavasti monessa dokumentoidun kiinteistön kaapeloinnissa vikavirtasuojakytkimiä voitaisiin jättää asentamatta sillä verukkeella, että kyse on teollisuusrakennuksesta, jossa on useimmiten laitteiston käytön aikana henkilöstöä valvomassa verkon käyttöä.

Poikkeus lisäsuojavaatimuksista voidaan tehdä:

- erityiselle määrätyn laitteen liittämiseen tarkoitetulle pistorasialle, tai
- pistorasioille, joita käytetään ammattihenkilön tai opastetun henkilön valvomana teollisissa tai kaupallisissa rakennuksissa. /12/

4.8 Sähköturvallisuus

Sähköturvallisuuslaki määrittää sähkölaitteiden ja -laitteistojen turvallisuustason. Ne täytyy suunnitella, rakentaa, valmistaa ja korjata kuten myös huoltaa ja käyttää niin, ettei kenenkään henki, terveys eikä omaisuus joudu vaaraan.

Työ- ja elinkeinoministeriö (entinen kauppa- ja teollisuusministeriö) antaa määräyksiä, jotka liittyvät lain määräyksiin. Päätökset merkitään lyhenteellä KTMp. Lakia täydentäviä määräyksiä on esimerkiksi sähköalan töistä KTMp 516/96 ja sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä KTMp 517/96. Voimassa olevat määräykset on nähtävissä Turvallisuus- ja kemikaaliviraston verkkosivuilta.

Tukes eli Turvallisuus- ja kemikaalivirasto valvoo ja antaa päätöksiä täydentäviä ohjeita, teknillisiä ja hallinnollisia, esimerkiksi Tukes-ohje S10, josta löytyy turvallisuutta koskevat standardit. Standardeja noudattamalla olennaisena olevat turvallisuusmääräykset täyttyvät.

SFS:n eli Suomen standardisointiliiton sähköturvallisuuteen kuuluvia standardeja löytyy seuraavissa teoksissa:

- SFS-käsikirja 600-1: Pienjännitesähköasennukset
- SFS-käsikirja 600-2: Sähköturvallisuus
- SFS-käsikirja 601: Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot

Lisäksi sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry on julkaissut standardisarjaan perustuvan D1 -käsikirjan rakennusten sähköasennuksista

4.9 Dokumentointi

Dokumentointiin käytetään tarvittaessa SFS 6000-5-514.5 -standardin mukaisia piirustuksia, kaavioita ja taulukoita, joista ilmenee sähköpisteiden sijainnit, johtimien lukumäärät, koot ja tiedot, joilla tunnistetaan suoja- ja erotuslaitteiden sijainnit ja ominaisuudet. Yksinkertaisista asennuksista voivat edellä mainitut tiedot olla luettelomuodossa. Dokumenttien tulee sisältää seuraavat yksityiskohtaiset tiedot, siltä osin kun ne ovat tarpeen kussakin asennuksessa.

- johtimien tyypit ja poikkipinnat
- virtapiirien pituudet, joita tarvitaan suojausta tai jännitteen alenemaa koskevien laskelmien tekemiseen
- suojalaitteiden lajit ja tyypit
- suojalaitteiden mitoitusvirrat tai asettelu
- prospektiiviset oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden katkaisukyky.

Asennuksen jokaisesta piiristä pitää olla käytettävissä nämä tiedot.

Tiedot päivitetään asennuksen jokaisen muutoksen jälkeen. Piirustuksista ja dokumenteista pitää selvitä myös peitossa olevien laitteiden sijoitukset.

Nämä tiedot tarvitaan asennuksen suojauksen toimivuuden tarkistamiseen ja ne pitää selvittää jo suunnitteluvaiheessa.

Jakokeskus ja siihen liitetyt johdot esitetään nousukaaviolla.

Sähkölaitteiston haltija velvoitetaan säilyttämään ja ylläpitämään dokumentit. Sähköurakoitsijaa pitää huolen asennustyön dokumentoinnista, joihin korostuu olemassa olevien asennusten sähkölaitteiden piirustus- ja kaaviokuviin tehdyt muutos- ja laajennustöiden aiheuttamat lisäykset ja korjaukset. /12/

Kuva 5 Sähkötila PK5

5 LÄHTÖTILANNE

5.1 Alkukartoitus

Opinnäytetyön laajuus ilmeni tuotantohalliin tutustuttaessa käytännössä. Hallin lattiapinta-alaa oli 6500m², joten selvitettäviä syöttöjohtoja ja keskuksia oli paljon.

Sähköisiä kuvia ei ollut käytettävissä työn alkuvaiheessa, mutta pääkeskukseen oli teipattu vanha sähkökuva, joka sisälsi ryhmäkeskuksien paikat. Kuvat oli piirretty Strömbergin tehtaan aikoihin, joskus 1980 -luvulla. Aluksi, työn suorittamisen osalta, ei ollut selvää toimintasuunnitelmaa, mutta Strömbergin piirtämät kuvat olivat lähtökohtana selvitystyölle.

5.2 PK 5 tilanne

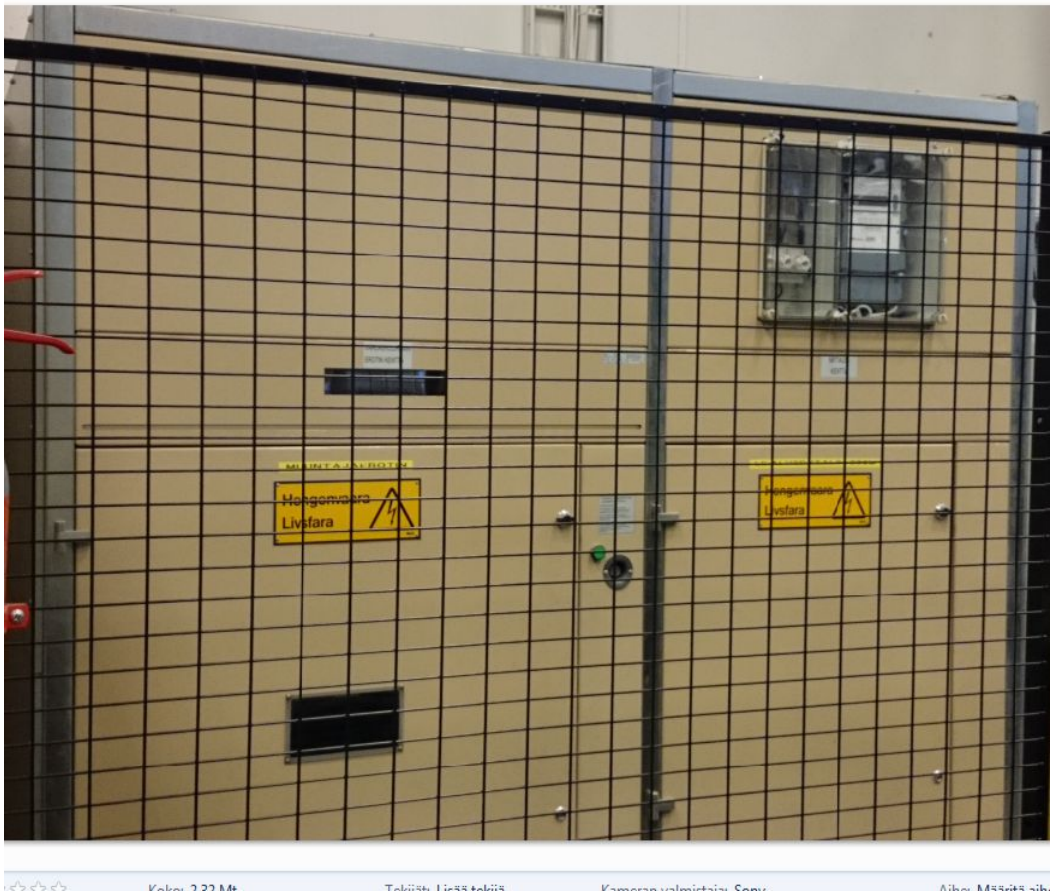
Selvitystyö alkoi keskuksen PK 5- tutkimisella. Todettiin, ettei keskuksista ollut dokumenttia sähkökuvina, eikä keskusten piirustuksia ollut lähettyvillä.

Keskuksen kunto oli yleisesti hyvä eikä kytkentärimoja ollut laitettu liian täyteen. Kilvet ja sähkötilan aita olivat asianmukaiset, mutta aidan portista puuttui lukko. Vääntimiä oli rikki ja kaapelimerkintöjä puuttui.

Teollisuushallin keskus PK5- oli Strömbergin ajalta ja siihen oli aikojen kuluessa tehty paljon muutoksia. Tutkiminen aloitettiin PK5- syötöstä. PK5- oli toiminut aiemmin pääkeskuksena ja saanut syöttönsä hallin toisessa päässä sijaitsevasta keskuksesta. Nykyisin syöttö tuli hallin omasta muuntajasta.

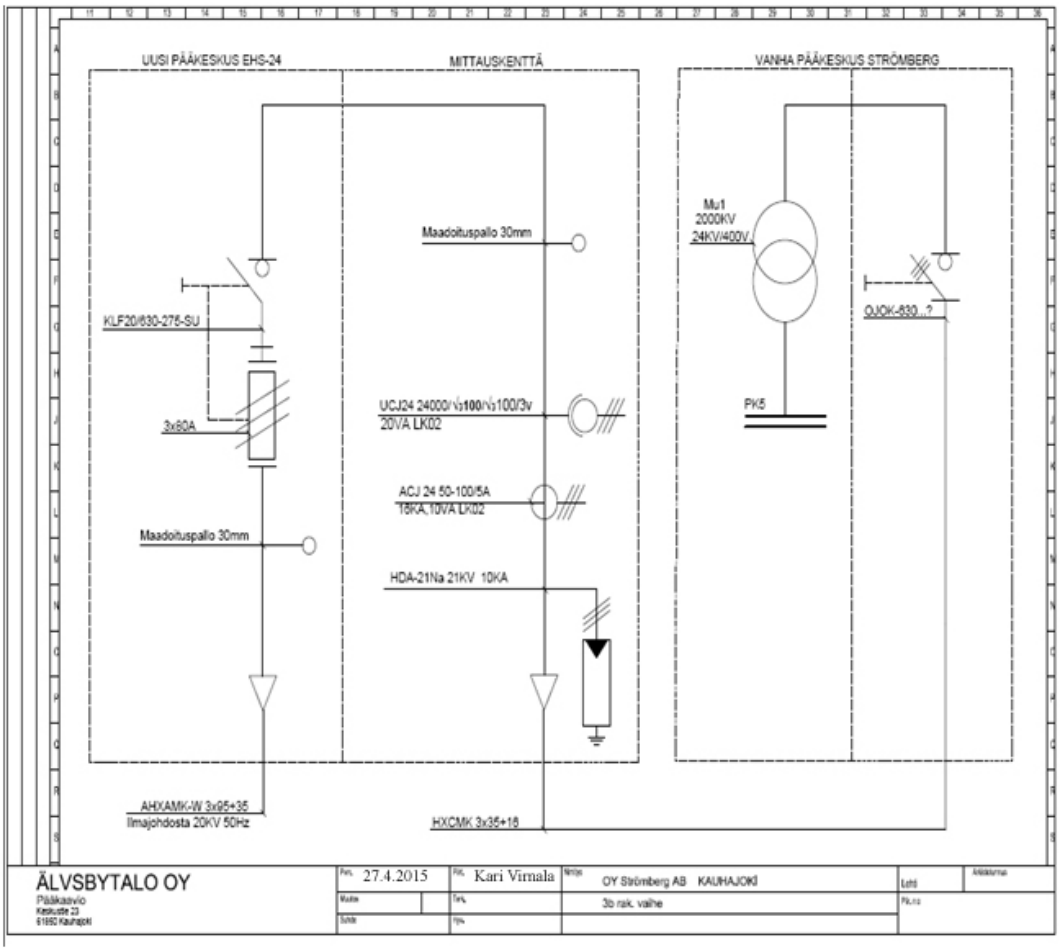
Kuva 6. Vanha pääkeskus PK5

Koska halli oli jaettu osiin, oli Älvsbytalolle asennettu oma 20 kV:n muuntaja ja erotinasema. Erotinasema toimi uutena sähköpääkeskuksena. Erotinasema sai syöttönsä ilmajohdosta AHXAMK-W 3x95+35, joka tuli kaapeliojaa pitkin. Erotinasema syötti kaapelilla HXCMK 3x35+16 muuntajaa 2000 kV 24 kV/400 V josta PK5 sai syöttönsä.



Kuva 7. Uusi pääkeskus erotinasema

PK5 sisältää 20 kpl kolmivaiheisia kahvasulakelähtöjä, joilla ohjataan ryhmäkeskuksia. Aluksi selvitettiin, pitivätkö keskuksen merkinnät paikkansa. Monet lähdöt oli merkitty, mutta osasta puuttuivat kokonaan merkinnät ja kaapelimerkintöjä ei ollut. Merkityistä lähdöistä tutkittiin, menevätkö ne merkinnän mukaiselle ryhmäkeskukselle. Samalla syöttökaapeliin merkittiin tiedot kaapelista. Sulakkeen koko selvitettiin pääkaavion laatimista varten.



Kuva 8. Sähkökuva 20 kV pääkaavio, muuntaja ja PK5.

PK5 saa syöttönsä omalta muuntoasemalta. Muuntaja ja erotinasema ovat Älvsbyhallin sisätiloissa. Syöttö tulee erottimen kautta kWh-mittaukselle ja sieltä muuntajalle.

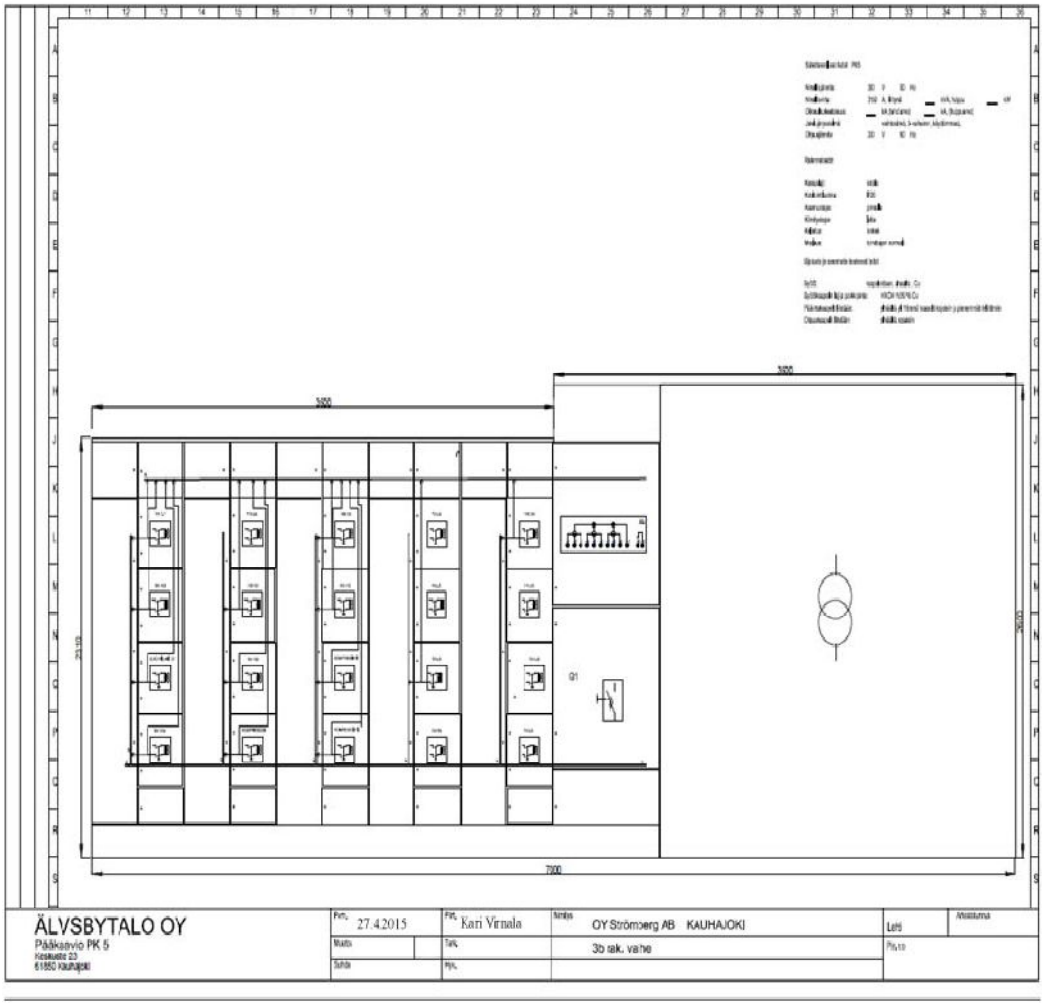
Opinnäytetyön haastavin osuus oli selvittää mitä keskuksia PK 5 syöttää. Osa kaapeleista meni kaapelihyllyllä ja osa kaapeliojassa, tila oli korkea ja ojien päällä oli elementtejä. Joistain lähdöistä puuttui ryhmämerkintä, mitä ryhmää PK 5 syötti ja kaapelimerkinnät puuttuivat kokonaan.

Kuva 9. Alkutilanne PK5.

Eräässä lähdössä luki varasto, viitaten pihalla olevaan pressuhalliin, käänsin kahvasulakkeen pois päältä ja lähdin jännitteenkoettimella testaamaan menikö tila virrattomaksi. Pressuhalliin saapuessa, siellä paloi valot ja kompressori oli päällä.

Asiaa tutkiessani huomasin, että mäellä oli avokatos, jossa säilytetään valmiita taloja. Siellä oli ryhmäkeskus, joka syötti valoja ja voimapistorasioita ja pistorasioita katoksessa. Ryhmäkeskuksia etsiessäni huomasin, että yksi lähtö oli merkitty RK 159, tätä etsiessäni totesin, että joku oli muuttanut merkinnäksi RK 1.1. Pääkeskukselle tehtiin muutos numeroista, ettei tule tuplamerkintää.

Vanhoilla merkinnöillä meni hitsauspisteisiin 6 syöttöä, joista sulakkeet oli otettu pois, mutta kaapelit oli jätetty. Nämä johdot oli erityisen vaikea selvittää, koska kaapeli oli voitu päättää kaapelihyllylle tai kaapeliojaan tai kuulua toiselle laitteelle.



Kuva 10. Sähkökuva PK5.

5.3 Ryhmäkeskusten tilanne

Kun kaikki PK5-ryhmäkeskuksen lähdöt oli paikallistettu ja niiden sijainnit merkitty pohjakuvaan, alkoi keskusten tutkiminen ja selvitys. Älvsbytalon hallissa oli ryhmäkeskuksia kaikkiaan 26 kpl. Lisäksi hallissa oli 30 kpl työpaikkakeskuksia. Suurimmalla osalla ryhmäkeskuksista oli sähkökuvat ja työpaikkakeskuksista kaikissa. 1 RK 24 ja PK5:stä puuttuivat sähkökuvat ja nousujohtokaavio, siksi niiden päivittäminen valittiin osaksi opinnäytetyötä.

Kuva 11. Alkutilanne 1RK 24.

Työpaikkakeskukset eivät tarvinneet tarkempaa tutkimista, normaalisti työpaikkakeskukset sijaitsivat jonkin työpaikan luona ja sisälsivät pääsääntöisesti 2 kpl yksivaihepistorasioita ja 2 kpl voimapistorasioita. Toimiston ja sosiaalitilojen keskukset olivat ajan tasalla.

Joistakin keskuksista löytyi nousukaaviot ja niihin oli tehty muutosmerkintöjä. Kaaviota ei kuitenkaan löytynyt jokaisen keskuksen läheltä. Joihinkin osiin muutokset oli merkitty suoraan sulakekyltteihin, aikaisempien tekstien päälle tai lisätty uusia. Kyltteihin oli piirretty nuolet osoittamaan vaihdetun kojeen sulakkeet. Ongelmia tuotti, kun osa oli kirjoitettu ruotsin kielellä. Merkkauksista oli silti apua, vaikka ne olivatkin epäselviä.

Keskukselle 1 RK 24 ei muutoksia ollut merkitty mitenkään. Ryhmäkeskukselta lähtevien sulakkeiden syötöt piti tarkastaa, vaikka havaittavissa ei ollutkaan muutoksia. Selvittäminen oli helpointa poistamalla sulake ja todeta jännitteettömyys mittaamalla, katsomalla ja kuuntelemalla.

Tarkastaminen tehtiin ruokatuntien aikana, ettei tehtaan normaalia tuotantoa olisi häiritty niiden sulakkeiden osalta joiden irrottaminen oli työaikana vaikeaa. Isoimpia kaapeleita pystyi osittain seuraamaan maasta päin kaapelihyllylle.

5.4 Ryhmäkeskus 1RK 24

Ryhmäkeskus 1RK 24 sijaitsi hallin putkivaraston lähellä. Ryhmäkeskuksessa kolmivaiheisia kahvasulakelähtöjä 6 kpl, joista 4 oli käytössä. Kolmivaiheisia tulppasulakelähtöjä oli 20. Yksivaiheisia tulppasulakelähtöjä oli 17, joista käytössä oli seitsemän. Näiden sulakkeiden kyltit olivat osasta tyhjillään ja osaan kirjoitettu. Nousukaaviokuvia ja sähköpistekuvia ei ollut.

Kuva 12. Lähtötilanne 1RK 24 merkkaus.

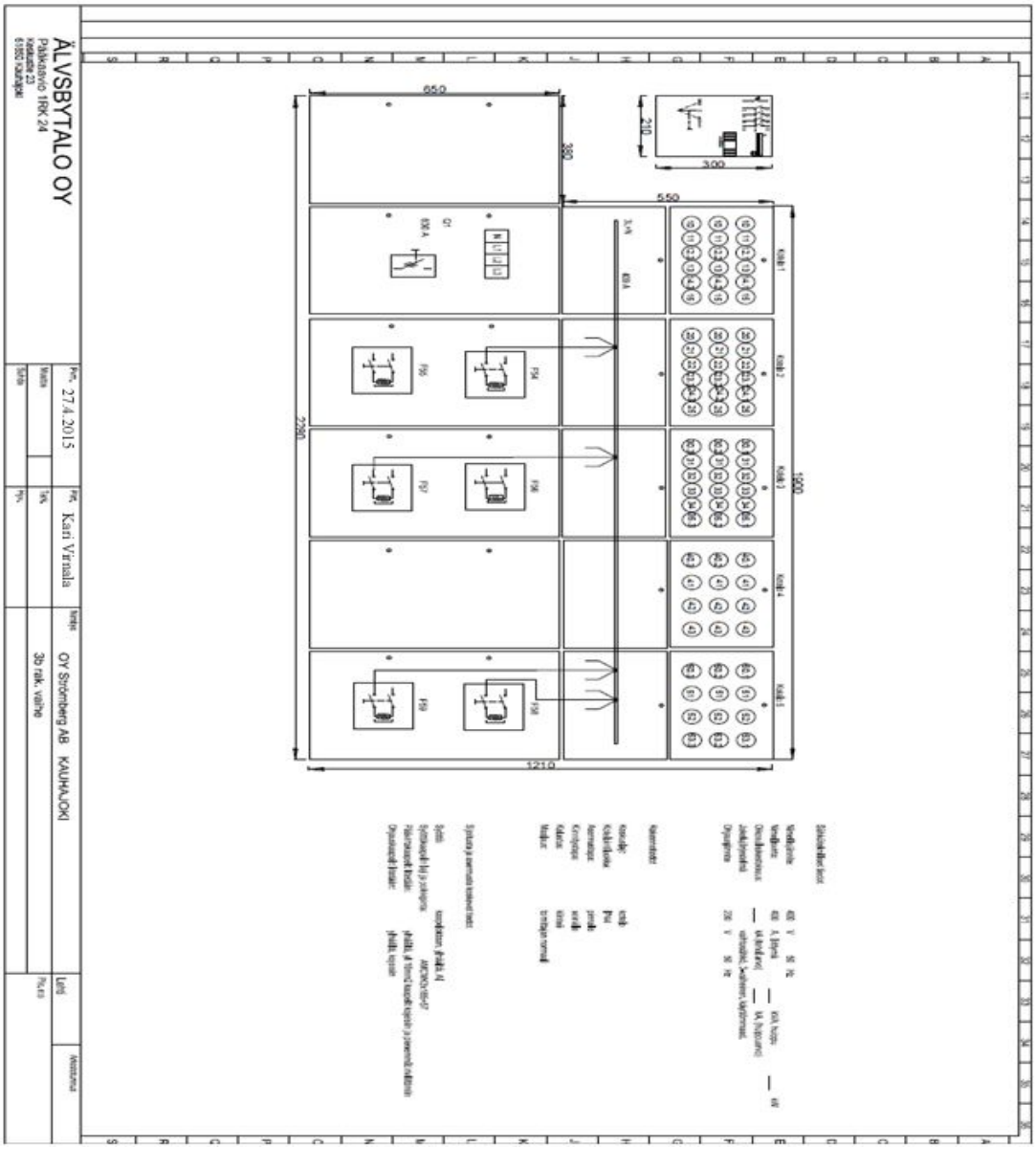
Osa näistä kahvasulake- ja kolmivaiheisista tulppasulakelähdöistä meni lähellä 1RK 24-ryhmäkeskusta, valo-ohjauskeskus, siirtolaite-, lattiarungonkasaus-, liimaus-, pintanaulaus- ja pohjanaulauskone. Muita lähtöjä lähdettiin selvittämään osalle, johdosta ei meinannut löytyä aluksi mitään syötettävää kojetta. Selvittäessä lisää johdoille löytyi syötettävät kojeet, hieman erikoisistakin paikoista ja esimerkiksi yksi lähdöistä meni hallin ulkopilariin, joka sijaitsi puolessavälissä.

Tämäkin syöttö löytyi sattumalta, kun trukki nosti lattianiskalankkunipun viedäkseen työpisteeseen. Löytyi sen takaa voimapistorasiaryhmä +PR. Ainoastaan ainoalle yksivaihe syötölle ei löytynyt tarkoitusta. Sulake oli irrotettu, mutta kaapeli oli paikoillaan.

Mahdollisuuksia oli tietysti monia, oletettavasti se kuului yksittäiselle pistorasialle, jota ei ollut löytynyt. Tämän syötön kohdalla kukaan ei tullut kyselemään sen toimimattomuudesta.

Aloitettiin seuraamalla kaapelia, minne sen syöttö meni ja saisiko johdon poistaa. Tähän tarvittiin työkaverien apua, koska johto meni kaapelihyllyllä ja näin oli helpompi seurata sitä. Yllättäen se paljastui putkivaraston pihavaloksi.

Keskuksen vieressä oli myös erillinen muovikotelo, joka toimi valokeskuksena hallin ja uuden toimiston mainosvaloille sekä pihavaloille. Se sai syöttönsä kotelo1:stä ja tämä ei tarvinnut tarkempaa selvitystä.



Kuva 13. Sähkökuva 1 RK 24.

5.5 Yhteenveto keskuksista

Keskukset olivat yleisesti kunnossa. Johtojen läpiviennit olivat hyvässä kunnossa, joten kotelointiluokat säilyivät oikeina. Johdinten kytkentöjen kunto oli myös hyvä, suojamaadoitus- ja nolla-kytkentärimoihin ei ollut kytketty liikaa johtimia. Ryhmäkeskuksissa PK5 ja 1RK 24 oli korjaamisen tarvetta, lähinnä rikkinäisissä vääntimissä. 1RK 24-sormisuojat suositellaan uudistettavaksi. Tyhjästä lähdöstä PK5:ssä oli otettu sulakkeet irti ja kaapeli oli jätetty kaapelihyllylle, mutta kaape-

lin päätä ei ollut suojattu asiallisesti. Kaapeli poistetaan myöhemmin. Muuntajan aita on asiallinen, sähkötilat oli merkitty selkeästi ja näkyvästi tarpeellisilla kilvillä. Sähkötiloihin saavat vain päästä henkilöt, joilla on lupa siihen. Sähkötilojen ovista pitää olla mahdollista poistua ulkopuolelle avaamalla ne ilman avainta, työkalua tai muuta laitetta, joka ei ole osa avausmekanismia. Nämä määräykset tulevat SFS 6000 – standardin osiosta 729.30. /13/14/

PK5 ja 1RK 24-kytkinmerkinnät tulisi saattaa loppuun standardin SFS 6000 osion 514.1 mukaisesti.

Kuva 14. PK 5 ennen kahvojen vaihtoa ja kaapelimerkintää.

Kuva 15. PK 5 kahvat on vaihdettu ja kaapelit merkitty.

5.6 Merkinnät

SFS 6000-standardin kohdassa 514.3 on määritelty asennuksia koskevat merkintävaatimukset. Vaatimuksien mukaan laitteistot, kuten kaapelit ja johtimet on merkittävä näkyvästi ja helposti tunnistettavasti. Merkintöjen täytyy myös kestää kulutusta ja korroosiota. Muutosten jälkeen kirjoitettiin keskuksien sulakekyltit nykyaikaa ja todellisuutta vastaavaksi. Vanhoissa merkeissä oli epäselvyyttä ja värien kirjavuutta. Merkintöjä oli tehty ruotsin kielellä ja erinäisillä nuolilla. Päätettiin kirjoittaa kaikki sulakemerkinnät tarrakirjoituskoneella uudestaan.

1RK 24 merkinnät uusittiin kokonaan, myös kentälle laitteiden merkinnät korjattiin keskusmerkintöjä vastaavaksi. Vanhat merkinnät peitettiin teipillä ja kirjoitettiin uudet tiedot tarrakoneella ja laitettiin vanhojen peitoksi. Suositellaan sormisuojien uudistamista kennokoteloihin. Myös keskuksilta lähteviin kaapelijohtoihin, joihin merkintä oli tehty vain teipillä, tehdään SFS 6000–5-514. 3 standardinmukainen merkintä ja suositellaan käytettäväksi esimerkiksi kaapelimerkkisiteellä KMK merkintää.

Kuva 16. Ryhmäkeskus 1 RK 24 ennen merkintää.

Kuva 17. Ryhmäkeskus 1RK 24 merkinnän jälkeen.

Kuva 18. Ryhmäkeskus 1 RK 24 merkintä kentällä.

Kuva 19. Esim. kaapelimerkki KMK.

6 DOKUMENTOINTI

Nousukaavioiden piirtäminen aloitettiin, kun kaikkien keskusten muutokset oli kirjattu ylös. Kuvien piirtäminen tapahtui AUTOCAD-ohjelmalla. Kuvat piirrettiin täysin uudestaan, koska pohjaksi ei löytynyt mitään vanhoja kuvia. PK5 sekä ryhmäkeskuksen 1RK 24 kuvat päivitettiin myös pääkaaviokuvana ja johdotukset samoin. Valmiita kuvia on liitteenä työn lopussa.

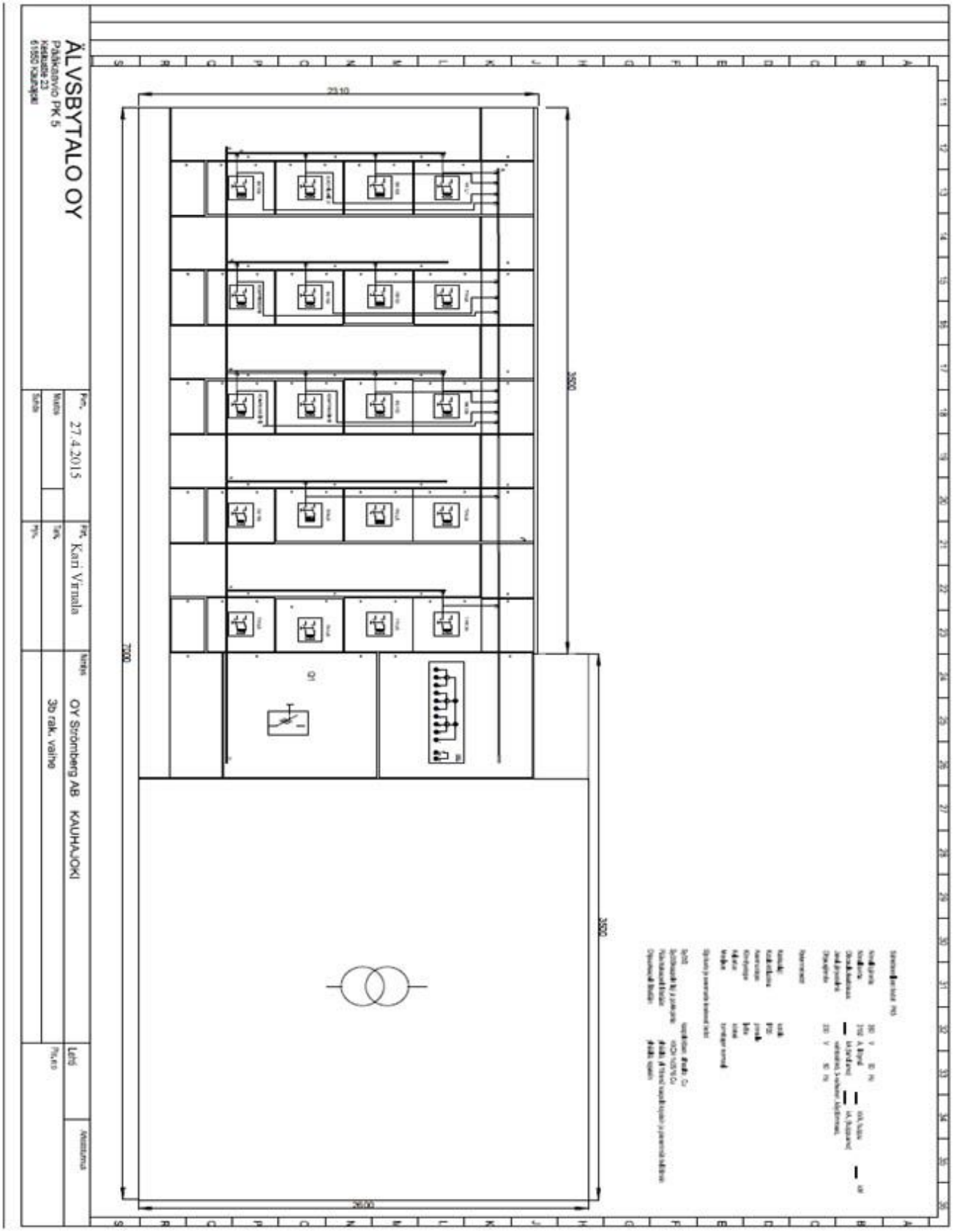
7 YHTEENVETO

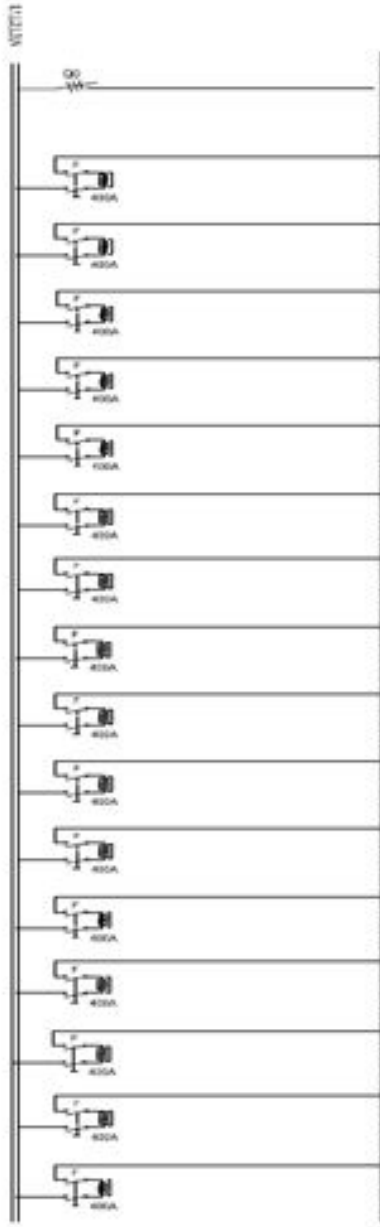
Sähköpiirustuskansion valmistuttua luovutettiin se Älvsbytalolle. Kansio sisältää ryhmäkeskusten nousukaaviot ja sähkökuvat keskusten vaikutusalueelta. Myös keskusten läheisyyteen tullaan jättämään nousukaaviokuvat ja sähköpääkuvat, että ne olisi helpompi pitää ajan tasalla, jos tulee muutoksia. Samalla, jos vanhoja kuvia löytyy, kerätään ne pois.

Oma itsenäinen työskentely parani tehdessäni tätä työtä, jonka lähes itse toteutin. Toteutus oli haasteellista ja työvaiheen jokaista kohtaa joutui miettimään. Kaapelityypit ja koot olivat hyvin esillä. Teollisuuden sähköistämisen tuntemus ja itsenäisesti työskentely parani, sekä piirustustaito kehittyi kuvien piirtämisen myötä, piirtämisellähän oli suuri osuus työssä. Kokonaisuutena työ onnistui hyvin. Uskon myös, että tekemästäni työstä on hyötyä jatkossa.

LÄHTEET

/1/ SFS 6000. Liite 729X. Jakokeskusten rakenne. Suomen standardisoimisliitto SFS.
/2/ SFS 6000. Kohta 7-729. Jakokeskusten asentaminen. Suomen standardisoimisliitto SFS.
/3/ DI-2012- Kappale 4. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähkö- ja teleurakoitsija STUL ry.
/4/ DI-2012-Kappale 5. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähkö- ja teleurakoitsija STUL ry.
/5/ SFS 6000. Liite 52C. Kaapelin kuormitettavuus. Suomen standardisoimisliitto SFS.
/6/ DI-2012-Kappale 5. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähkö- ja teleurakoitsija STUL ry.
/7/ DI-2012-Kappale 5. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähkö- ja teleurakoitsija STUL ry.
/8/ SFS 6000. kohta 4-430.3. Ylivirtasuojaus. Suomen standardisoimisliitto SFS.
/9/ SFS 6000. Kohta 4-433.1. Ylikuormitussuojaus. Suomen standardisoimisliitto SFS.
/10/ SFS 6000. Kohta 434.5. Oikosulkusuojan ominaisuudet. Suomen standardisoimisliitto SFS.
/11/ DI-2012- Kappale 5. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. sähkö- ja teleurakoitsija STUL ry.
/12/ SFS 6000 Kohta 411.3.3 Lisäsuojaus. Suomen Standardoimisliitto SFS.
/13/ SFS 6000. Kohta 729.30. Jakokeskusten asentaminen. Suomen standardisoimisliitto SFS.
/14/ SFS 6000. Kohta 537. Erottaminen ja kytkentä. Suomen standardisoimisliitto SFS.

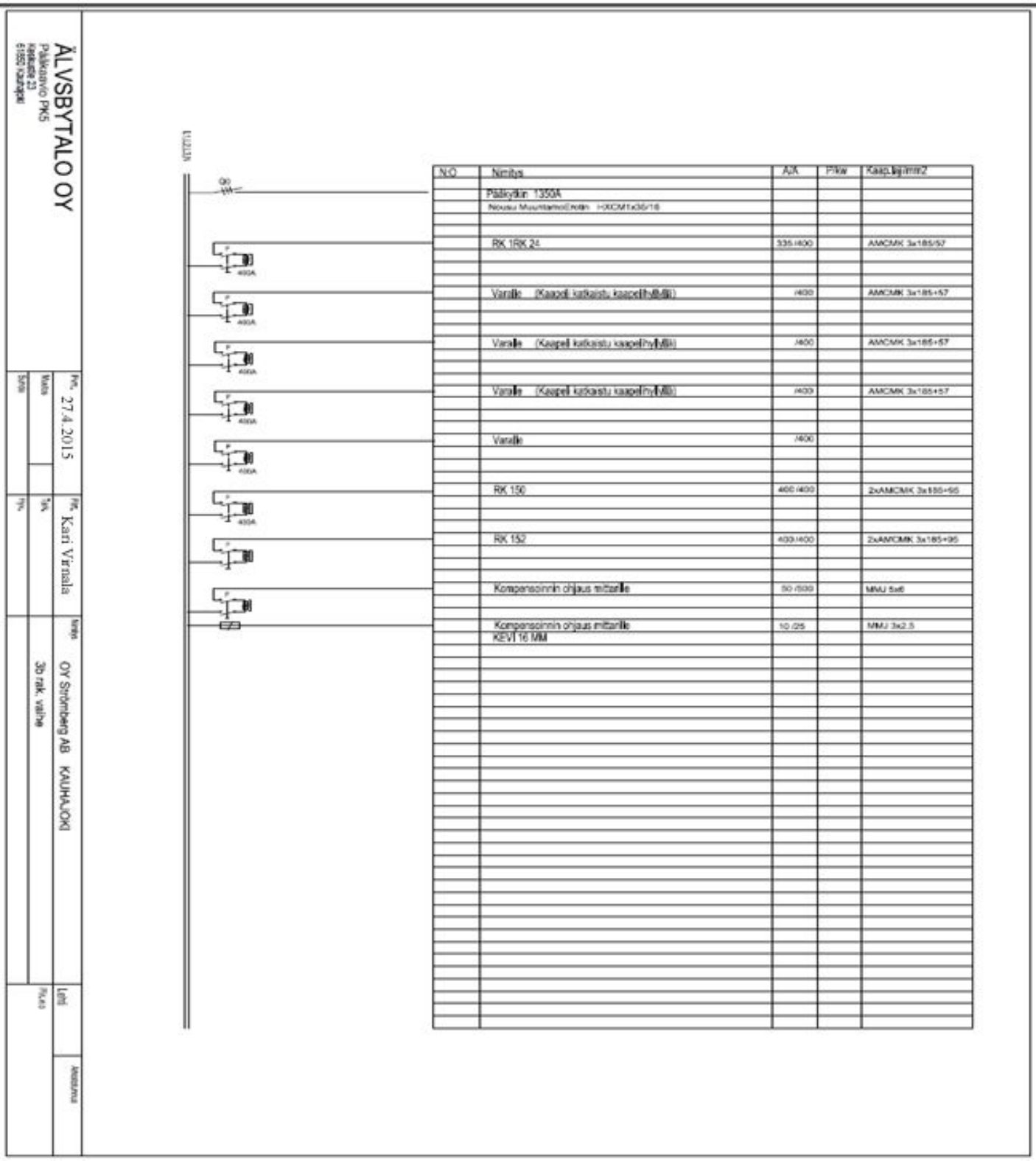

ÄLVSBYTALO OY
Pääkäyrävo PK 5
Kaikustie 23
61850 Kauhajoki
Pvm. 27.4.2015
Piir. Kari Virnola
Kohde OY Strömberg AB KAUHAJOKI
3b rak. vaihe
Laitj
Muutos
Sulk
Tark.
Hyv.
Aiheitsma
2310
3500
7000
3500
26000

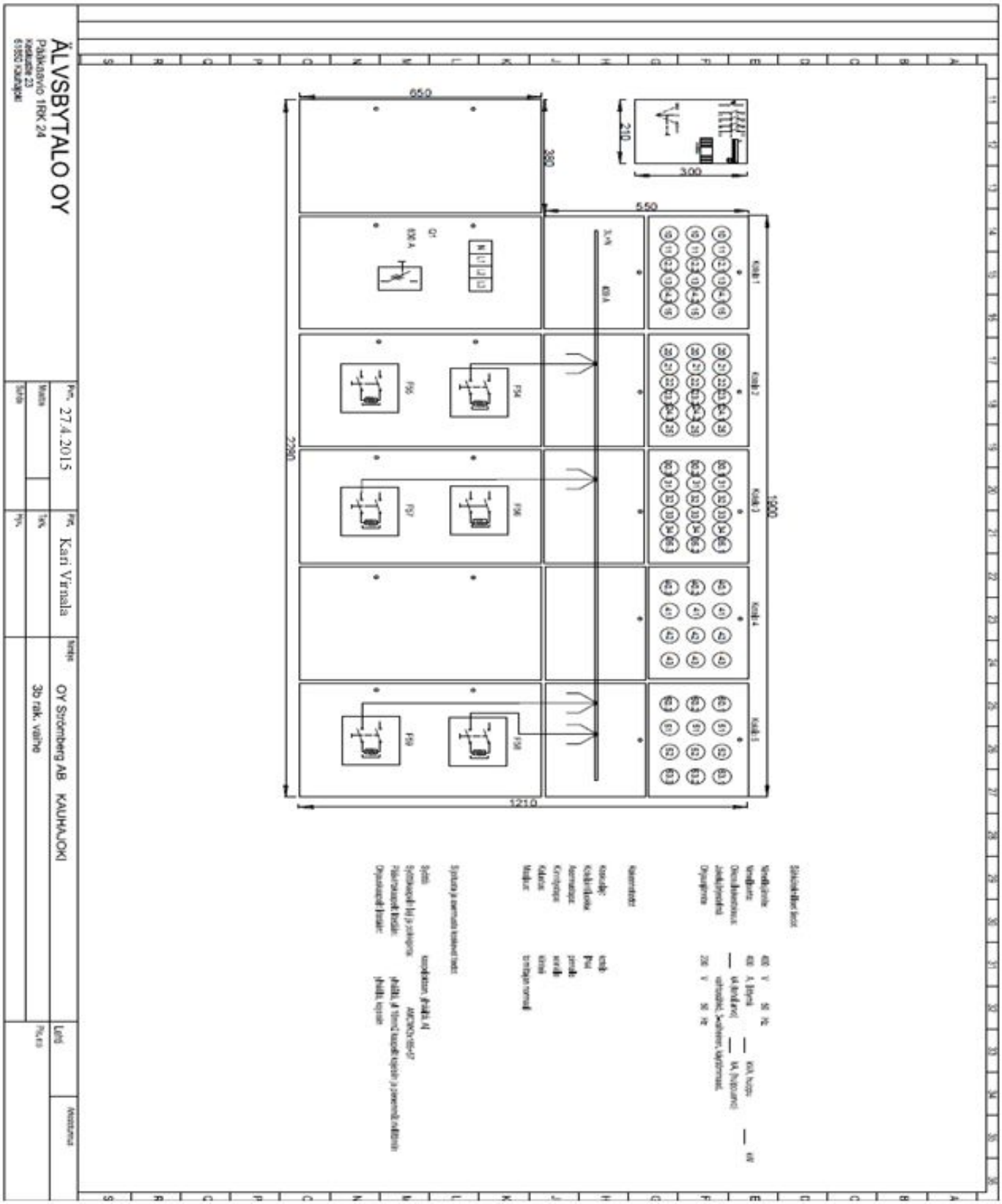


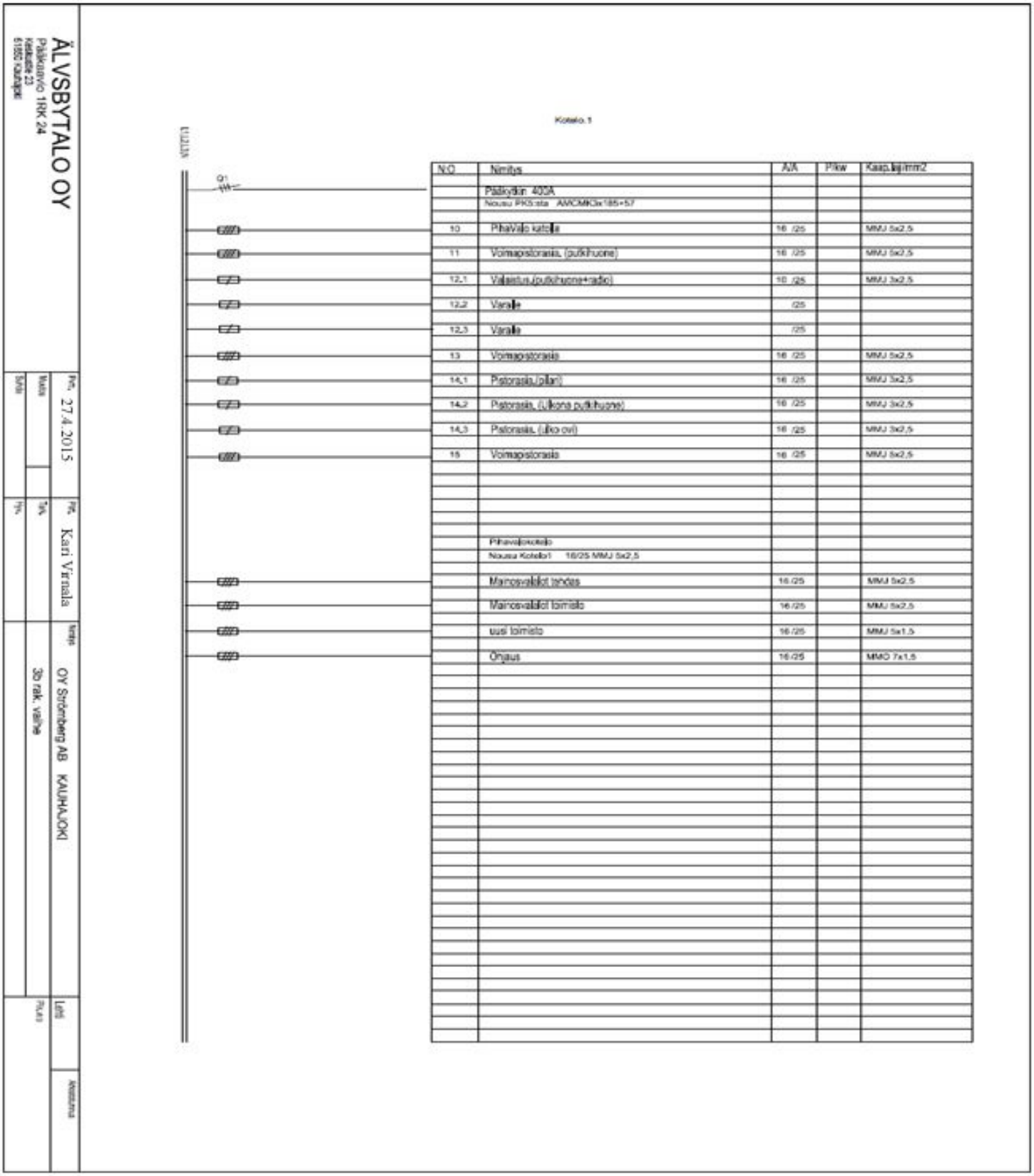
N:O	Nimitys	A/A	P/kw	Kaap.lähtö mm2
	Pääkiskot 1200A			
	Noussu Muuntamolta/ns. HXCMK(3)5/16			
	RK 1.1	125 /400		MCMK 4x50/25
	RK 156	250 /400		2xAMCMK 3x185+95
	Valaistorasiatpr. (ulkopiari 12)	63 /400		MMJ 5x16
	RK 159	25 /400		UKMJ 4x10+10
	Varalle	/400		
	RK 150	400 /400		2xAMCMK 3x185+95
	RK 152	400 /400		2xAMCMK 3x185+95
	Kompressori	200 /400		AMCMK 3x120+41
	RK 158	400 /400		2xAMCMK 3x185+95
	RK 155	400 /400		2xAMCMK 3x185+95
	Kompensointi	400 /400		2xMCMK 3x95
	Kompensointi	315 /400		2xMCMK 3x70+35
	RK 153	400 /400		2xAMCMK 3x185+95
	Varalle (Kaapeli katkaistu kaapelirassa~35m)	/400		AMCMK 3x185+50
	Varalle (Kaapeli katkaistu kaapelirassa~35m)	/400		AMCMK 3x185+50
	Varalle (Kaapeli katkaistu kaapelirassa~30m)	/400		AMCMK 3x185+50

ÄLVSBYTALO OY
Pääkeskiö PKS
Kaikuntie 23
01650 Vantaa

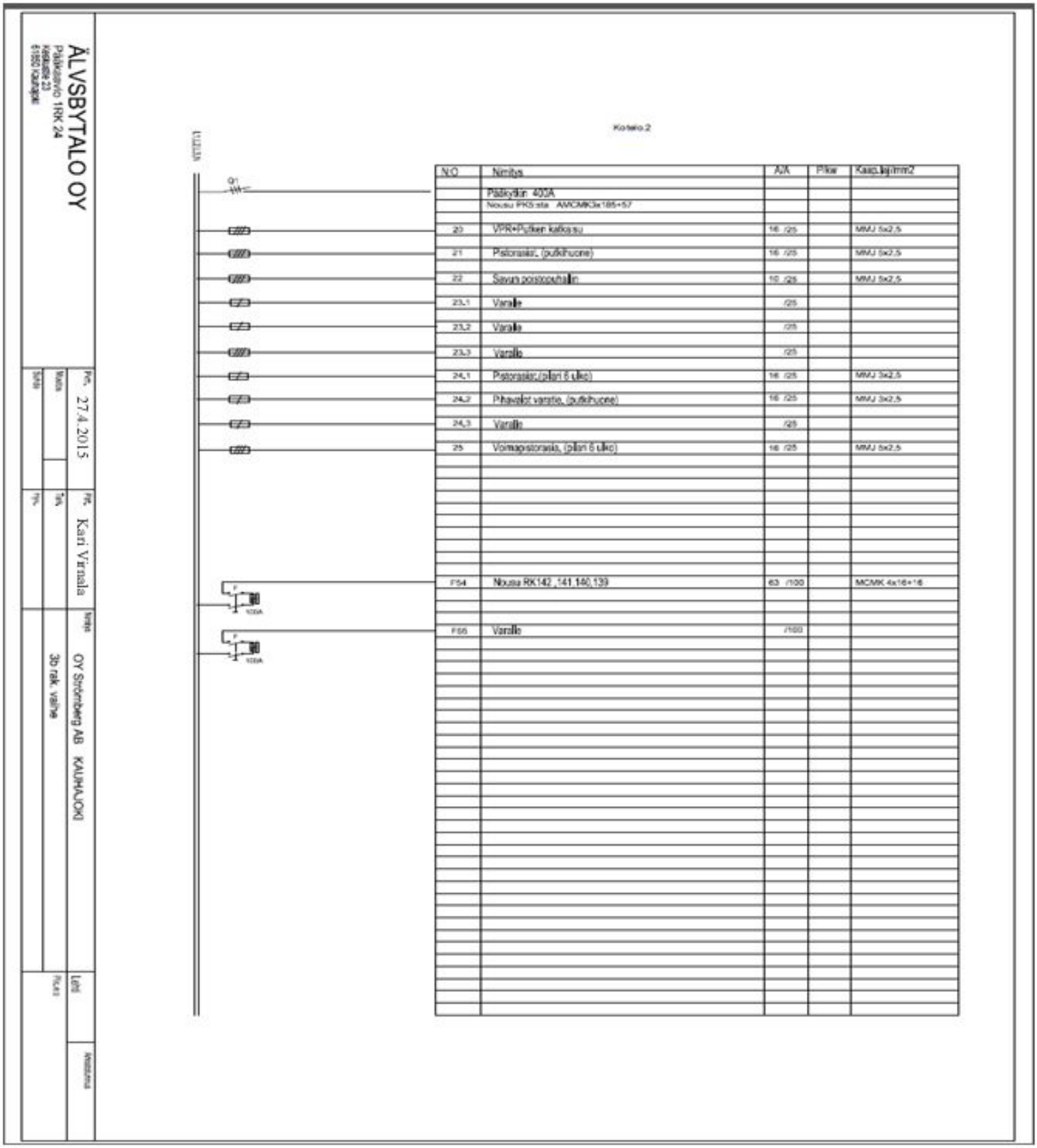
Pvm. 27.4.2015
Piirt. Kari Virmala
Nimike 3b rak. valike
OY Strömberg AB KAUHAJÖKI
Luokl.
Muutoksia

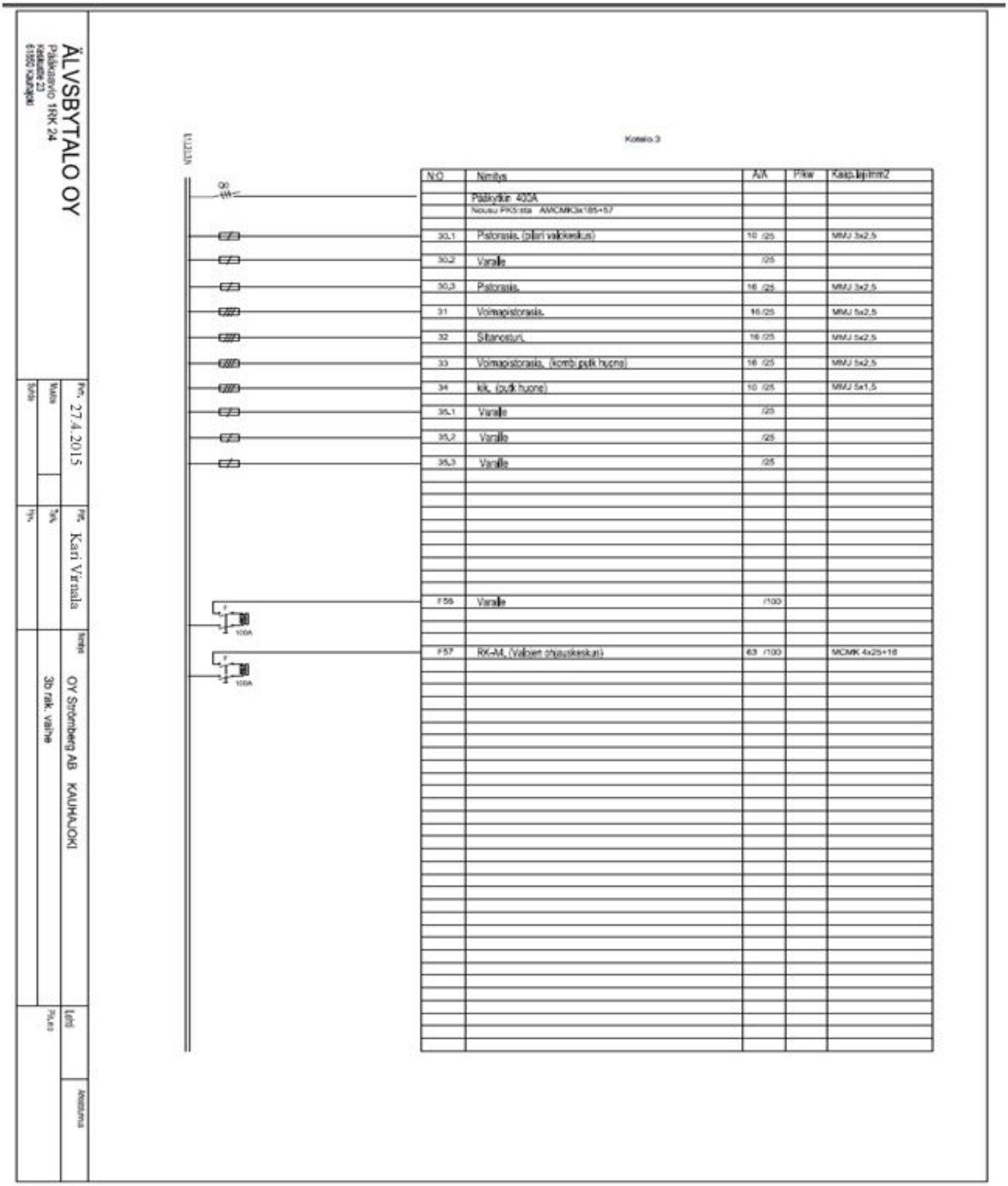

ÄLVSBYTALO OY
Päärakennus PK5
Kaikuntie 23
61550 Kauhajoki
Pvm. 27.4.2015
Piir. Kari Virnala
Nimi OY Strömberg AB KAUHAJOKI
3b rak. vaihe
Q0
400A
400A
400A
400A
400A
400A
400A
N:O
Nimitys
A/A
PNW
Kaapelityyppi/Pituus
Pääkytkin 1350A
RK 1RK 24
335 /400
AMCMK 3x185/57
Varalle (Kaapeli katkaistu kaapelihyllylle)
/400
AMCMK 3x185+57
Varalle (Kaapeli katkaistu kaapelihyllylle)
/400
AMCMK 3x185+57
Varalle (Kaapeli katkaistu kaapelihyllylle)
/400
AMCMK 3x185+57
Varalle
/400
RK 150
400 /400
2xAMCMK 3x185+95
RK 152
400 /400
2xAMCMK 3x185+95
Kompensoinnin ohjaus mittarille
50 /500
MMJ 5x6
Kompensoinnin ohjaus mittarille
10 /25
MMJ 3x2.5
KEVI 16 MM

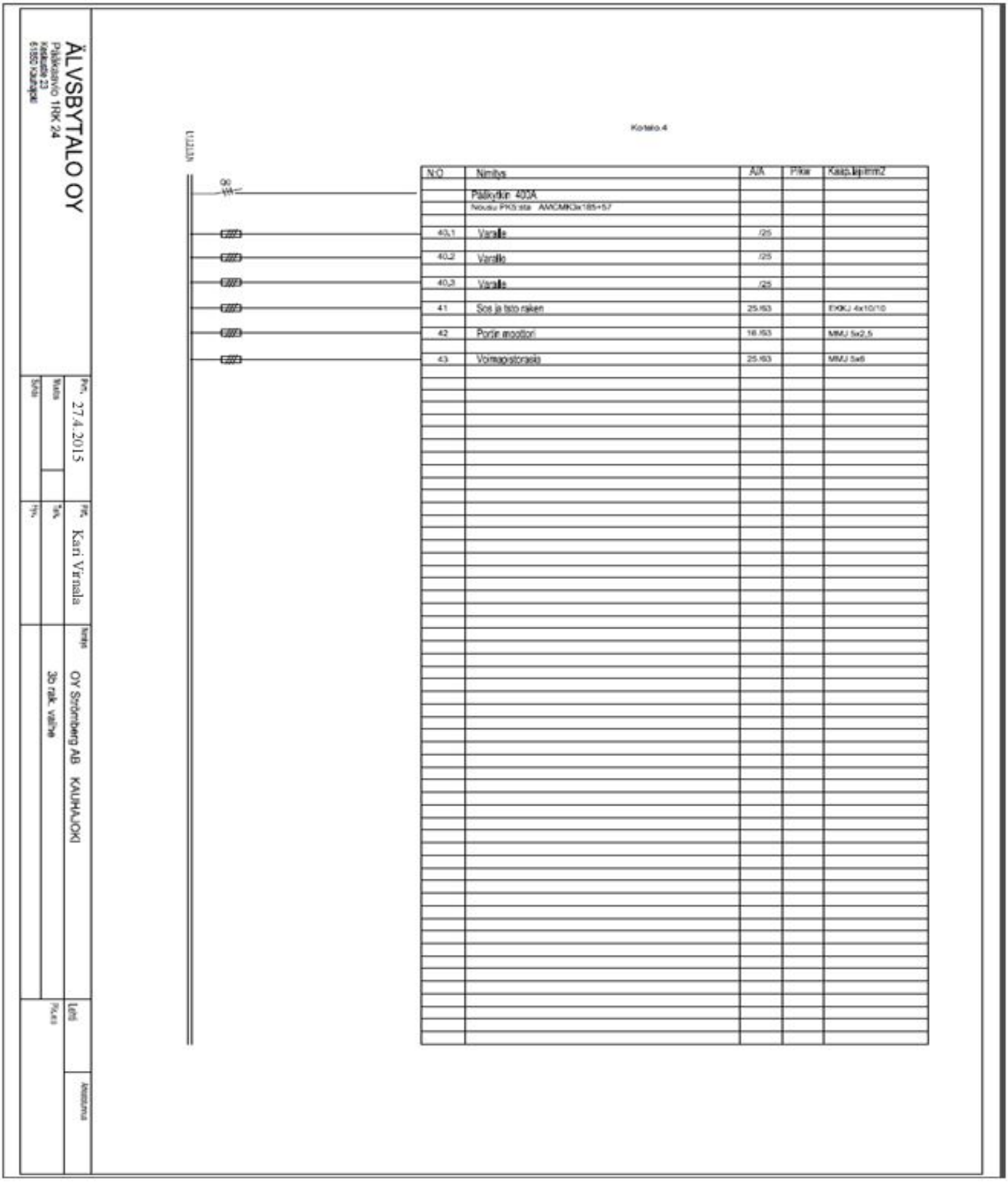

ÄLVSBYTALO OY
Pääkäsivio 1RK 24
Kaskuntie 23
61850 Kauhajoki
Pvm. 27.4.2015
Piir. Kari Virnala
Kohde OY Strömberg AB KAUHAJOKI
3b rak. vaihe
Lyhtö
Muutokset
650
380
550
1900
2280
1210
210
300
Kiskot 1
Kiskot 2
Kiskot 3
Kiskot 4
Kiskot 5
3x4
63A
Q1
63A
F94
F95
F96
F97
F98
F99

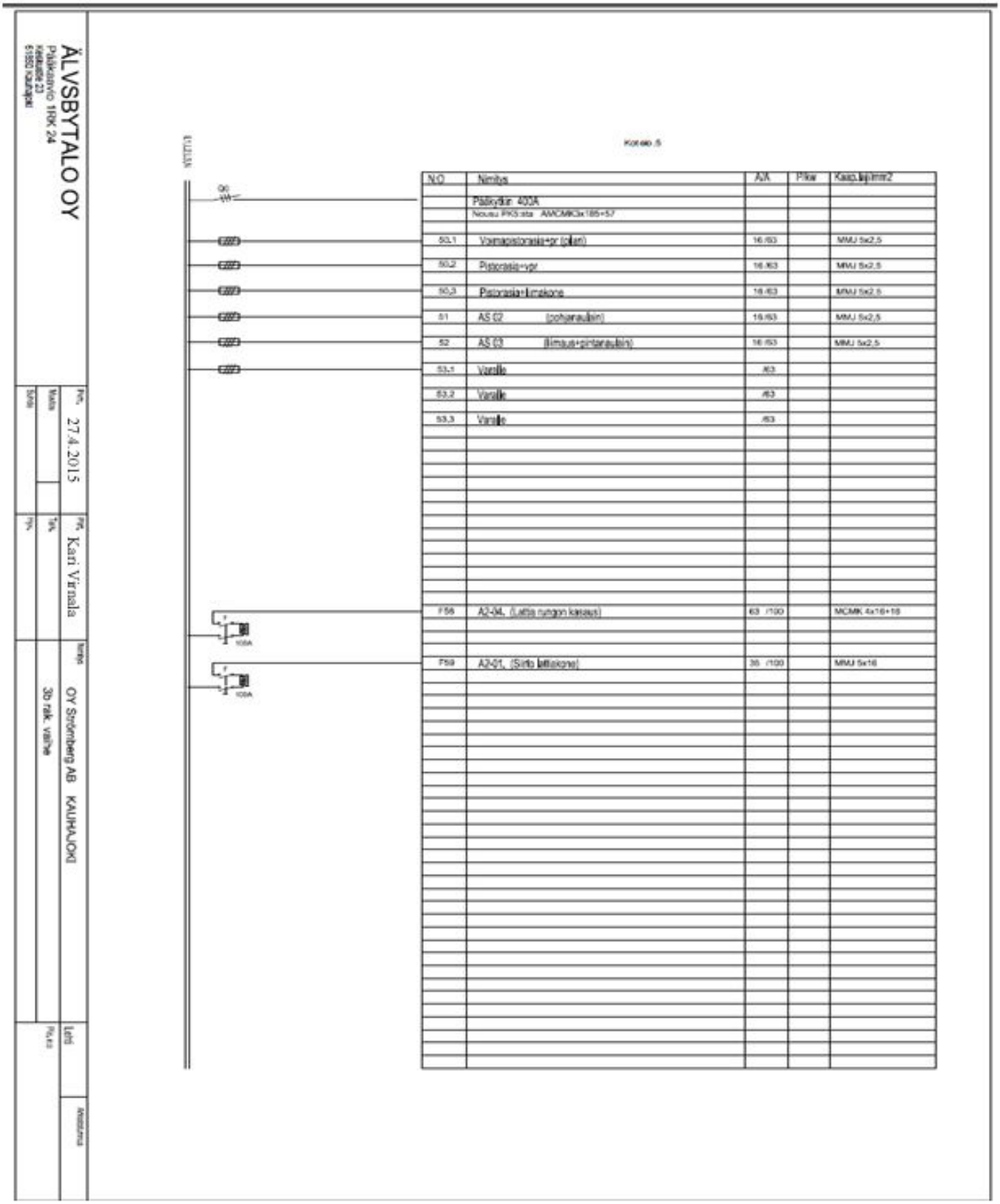


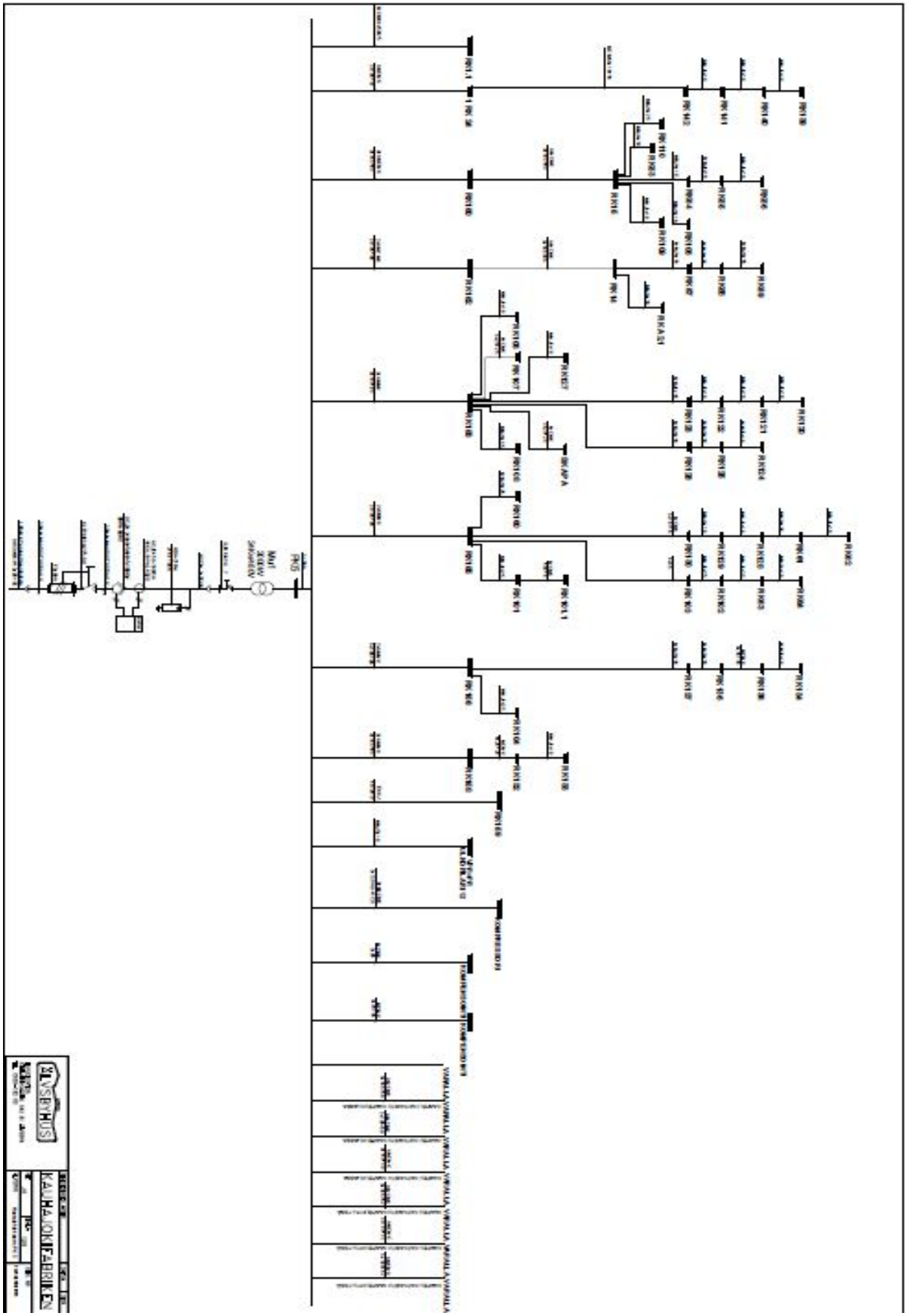
N:O	Nimitys	A/A	Pikw	Kaap.laji/mm2
	Pääkytkin 400A			
	Nousu PK5:sta AXCMKOx185+57			
10	PihaValo kotelo	16 /25		MMJ 5x2,5
11	Voimapistorasia (putkihuone)	16 /25		MMJ 5x2,5
12,1	Valaistus (putkihuone+radio)	10 /25		MMJ 3x2,5
12,2	Varalle	/25		
12,3	Varalle	/25		
13	Voimapistorasia	16 /25		MMJ 5x2,5
14,1	Pistorasia (pilari)	16 /25		MMJ 3x2,5
14,2	Pistorasia (Ulkona putkihuone)	16 /25		MMJ 3x2,5
14,3	Pistorasia (ulko ovi)	16 /25		MMJ 3x2,5
15	Voimapistorasia	16 /25		MMJ 5x2,5
	Pihavalokotelo			
	Nousu Kotelo1 16/25 MMJ 5x2,5			
	Mainosvalolot tehdas	16 /25		MMJ 5x2,5
	Mainosvalolot toimisto	16 /25		MMJ 5x2,5
	uusi toimisto	16 /25		MMJ 5x1,5
	Ohjaus	16 /25		MMO 7x1,5

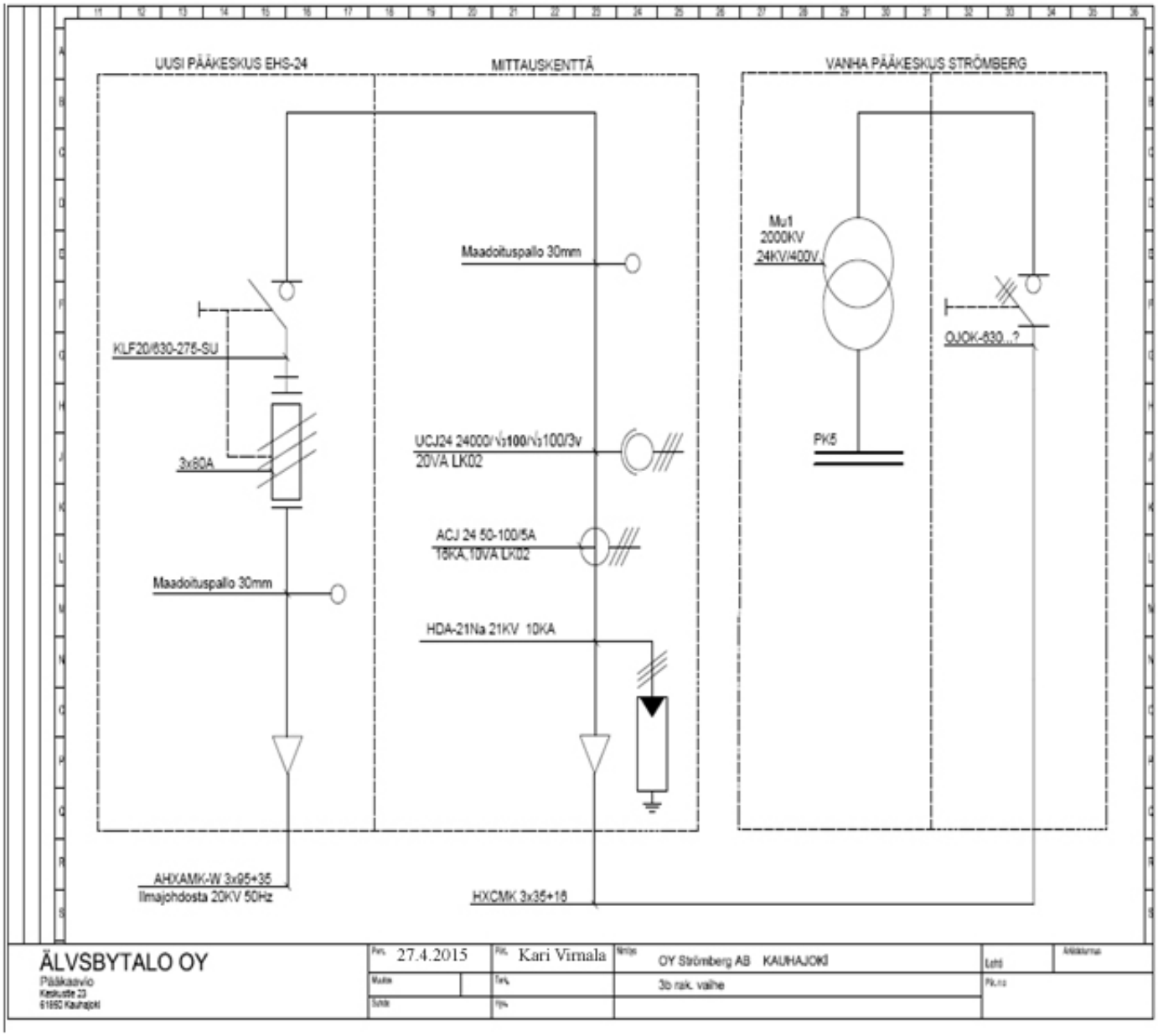

ÄLVSBYTALO OY
Päätösnro 1RK 24
Keskusta 23
61850 Kauhajoki
Pvm. 27.4.2015
Piir. Kari Virsala
Nimike OY Strömberg AB KAUHAJOKI
3b rak. vaihe
Kohteen 2
N:O
Nimitys
A/A
Pilkir
Kaap.laji/mm2
Pääkyltin 400A
Nousu RK5 sta AMCMK3x185+5/
20 VPR+Pylkin katkaisu 16 /25 MMJ 5x2,5
21 Pistorasiat. (putkihuone) 16 /25 MMJ 5x2,5
22 Savun poistoauttalin 10 /25 MMJ 5x2,5
23,1 Varalle /25
23,2 Varalle /25
23,3 Varalle /25
24,1 Pistorasiat.(pilari 5 ulko) 16 /25 MMJ 3x2,5
24,2 Pihavalot varaste. (putkihuone) 16 /25 MMJ 3x2,5
24,3 Varalle /25
25 Voimapistorasia. (pilari 5 ulko) 16 /25 MMJ 5x2,5
F54 Nousu RK142 ,141,140,139 63 /100 MCMK 4x16+16
F55 Varalle /100

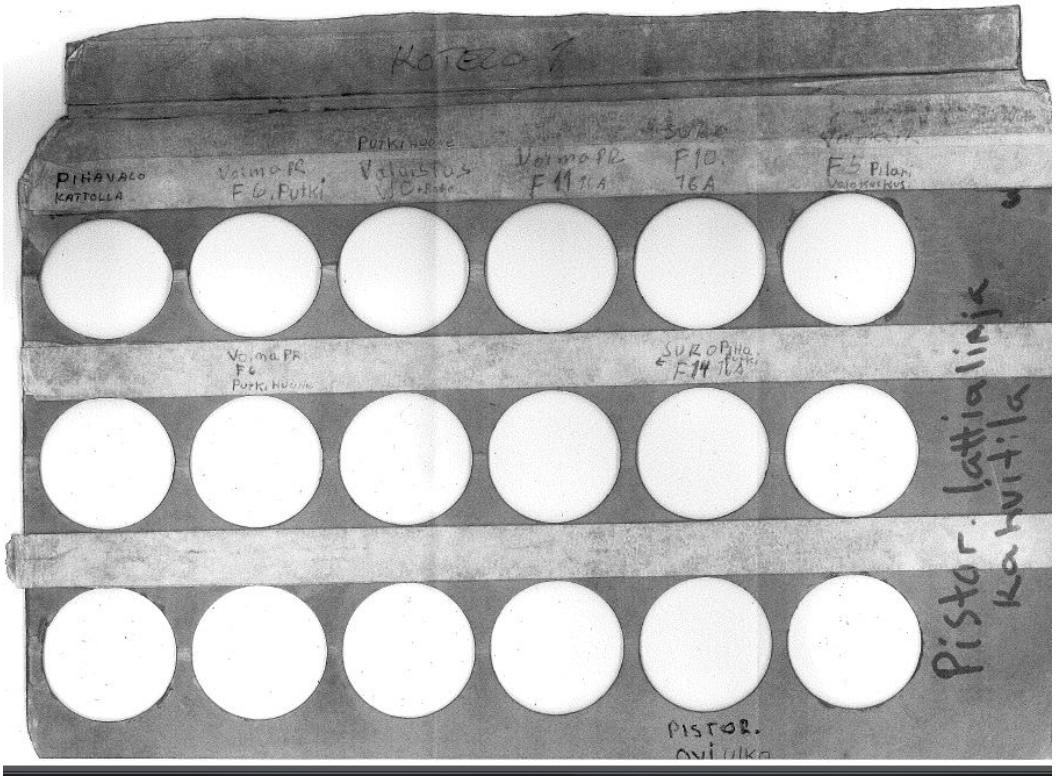

ÄLVSBYTALO OY
Päätöstarvio 1RK 24
Kaskadia 23
61850 Kauhajoki
Pvm. 27.4.2015
Piir. Kari Virtsala
Kohde OY Strömberg AB KAUHAJOKI
3b rak. vaihe
Kotelo 3
N:O
Nimitys
A/A
Pklw
Kaap.lajitm/Z
Q0
Pääkytkin 400A
Noussu PK5:sta AMCMK3x185+57
30,1
Pistorasia. (pilari valkoeskus)
10 /25
MMJ 3x2,5
30,2
Varalle
/25
30,3
Pistorasia.
16 /25
MMJ 3x2,5
31
Voimapistorasia.
16 /25
MMJ 5x2,5
32
Sitancotun.
16 /25
MMJ 5x2,5
33
Voimapistorasia. (komb.putk huone)
16 /25
MMJ 5x2,5
34
kik. (putk huone)
10 /25
MMJ 5x1,5
35,1
Varalle
/25
35,2
Varalle
/25
35,3
Varalle
/25
F56
Varalle
/100
F57
RK-M. (Valoen ohjauskeskus)
63 /100
MCMK 4x25+16
100A
100A

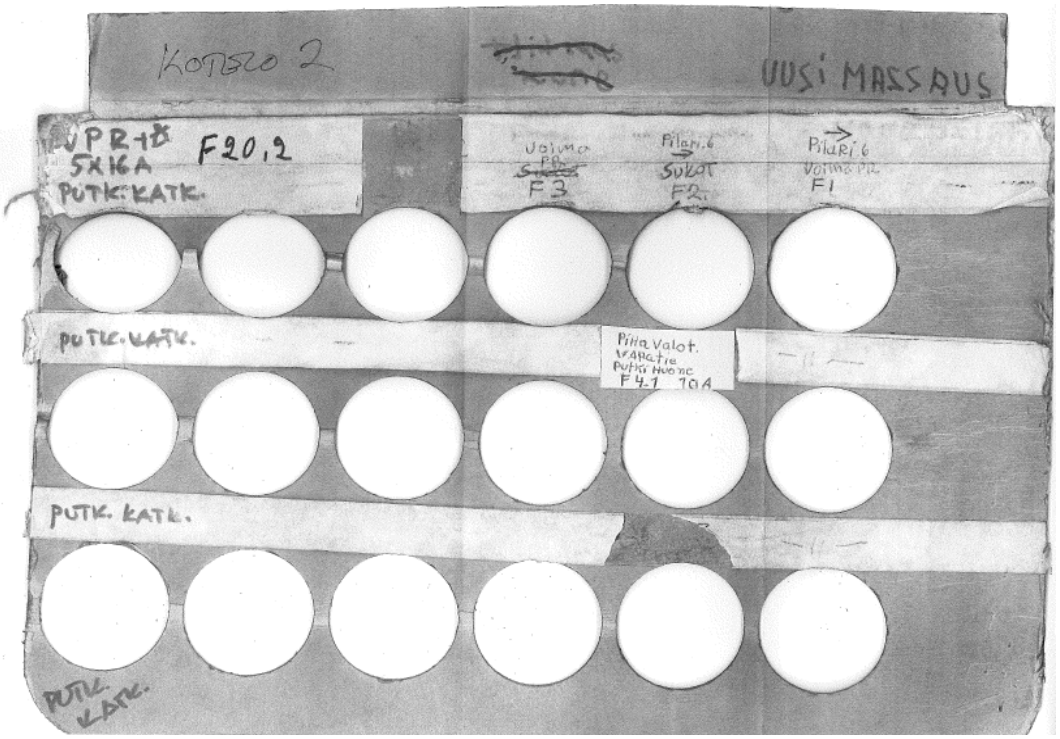

ÄLVSBYTALO OY
Pääkeskus 110K 24
Kaskuntie 23
61850 Kauhajoki
Pvm. 27.4.2015
Piir. Kari Virnala
Kohde OY Strömberg AB KAUHAJOKI
3b rak. vaihe
Kotelo.4
Q0
L1/L2/L3/N
N:O
Nimitys
AJA
Piikir
Kaapelityp/mm2
Pääkytkin 400A
Noussu PK5 sta AWXCMKX 185+5/
40,1
Varalle
/25
40,2
Varalle
/25
40,3
Varalle
/25
41
Sos ja tsto raken
25/63
EXKJ 4x10/10
42
Portir moottori
16/63
MMJ 5x2,5
43
Vorraspotoraala
25/63
MMJ 5x6

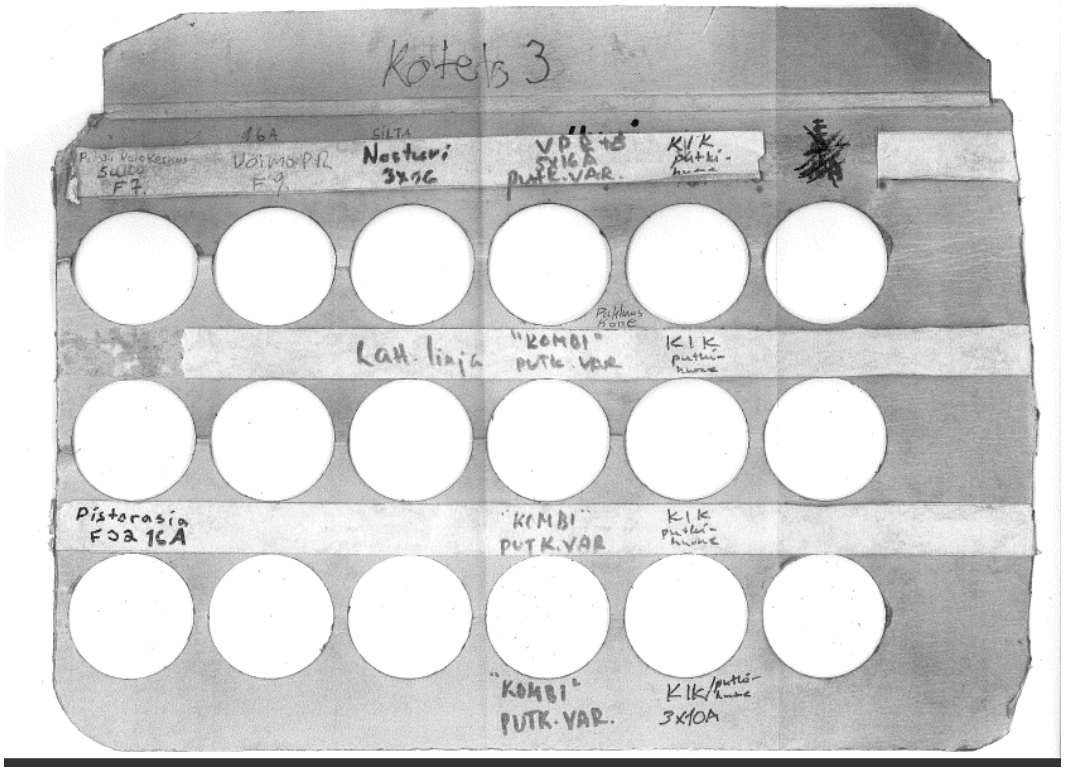

ÄLVSBYTALO OY
Päiväkotivio 1RK 24
Keskuskatu 23
61550 Kauhajoki
Pvm. 27.4.2015
Piir. Kari Virnala
Nimike OY Strömberg AB KAUHAJOKI
3b rak. vaihe
Kokoo .5
N:O
Nimitys
A/K
Pilar
Kaap.lajitmm2
Pääkytkin 400A
Nousu PK3:sta AMCMK3x185+5/
50.1
Valmiopistorasia+pr (pilari)
16 /63
MMJ 5x2,5
50.2
Pistorasia+vpr
16 /63
MMJ 5x2,5
50.3
Pistorasia+kmrakone
16 /63
MMJ 5x2,5
51
AS (2 (pohjarauläin)
16 /63
MMJ 5x2,5
52
AS (3 (ilmaus+pintarauläin)
16 /63
MMJ 5x2,5
53.1
Varalle
/63
53.2
Varalle
/63
53.3
Varalle
/63
F56
A2-34, (Latta ryhgon kanava)
63 /100
MCMK 4x16+16
F59
A2-51, (Sirto lattakone)
35 /100
MMJ 5x16

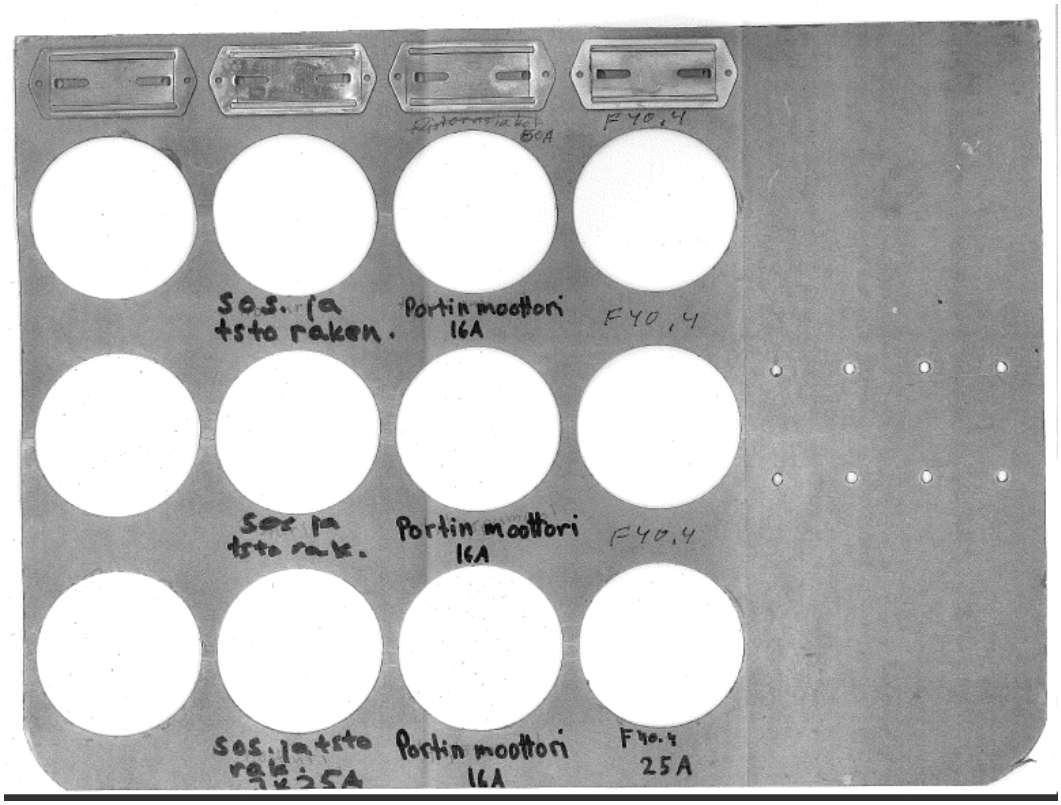


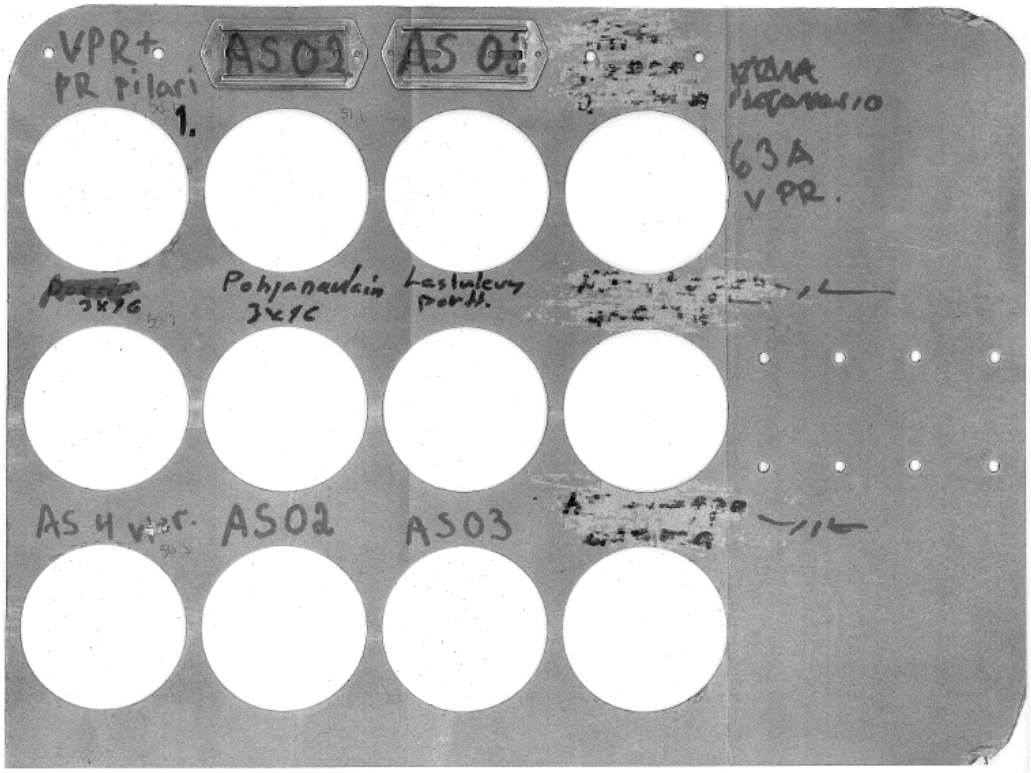

UUSI PÄÄKESKUS EHS-24
MITTAUSKENTTÄ
VANHA PÄÄKESKUS STRÖMBERG
KLF20/630-275-SU
3x60A
Maadoituspallo 30mm
AHXAMK-W 3x95+35
Ilmajohdosta 20KV 50Hz
Maadoituspallo 30mm
UCJ24 24000/√3/100/√3/100/3v
20VA LK02
ACJ 24 50-100/5A
16KA,10VA LK02
HDA-21Na 21KV 10KA
HXCMK 3x35+16
Mu1
2000KV
24KV/400V
PK5
OJOK-630...?
ÄLVSBYTALO OY
Pääkaavio
Keskustie 23
61850 Kauhajoki
27.4.2015
Kari Virnala
OY Strömberg AB KAUHAJOKI
3b rak. valhe


KOTELO
PIHAVALO KATTOLLA
Voima PR F6. Putki
Putkihuone
Valaistus
Voima PR F11 16A
F10. 16A
F5 Pilari Valaistus
Voima PR F6 Putkihuone
SUROPIHA F14 16A
Pistor. lattialinja kahvitila
PISTOR. ovivalka


KOTELO 2
UUSI MASSAUS
UPR-18
5X16A
F20,2
PUTK. KATK.
Voima PR
F3
Pilari 6
SUKOT
F2
Pilari 6
Voima PR
F1
PUTK. KATK.
Pilla Valot.
VAPAatre
Putki Huone
F4.1 70A
PUTK. KATK.
PUTK. KATK.


Kotelo 3
16A
SILTA
Nosturi
3x16
VPE+S
5x16A
PUTK.VAR.
KIK
putki-
kuorre
Pistorasia
F03 16A
"KOMBI"
PUTK.VAR
KIK
putkiin-
kuorre
"KOMBI"
PUTK.VAR.
KIK/putkiin-
kuorre
3x10A


F40,4
Portin moottori
16A
F40,4
Portin moottori
16A
F40,4
Portin moottori
16A
F40.4
25A


VPR+
PR pilari
1.
AS02
AS 01
63A
VPR.
Pohjanaukin
Lastulevy
AS 4 vpr.
AS02
AS03